NOUVELLE INTRODUCTION A LA GEOMETRIE PRATIQUE,

TIRE'E DES MEILLEURS AUTEURS, Diviſée en deux Parties ; dreſſée & miſe dans un ordre très-méthodique pour l'inſtruction des Cadets des Troupes du Roi, & pour tous ceux qui veulent entrer au Service Militaire de SA MAJESTE'.

DE'DIE'E

A MONSEIGNEUR D'ANGERVILLIERS, Miniſtre & Secretaire d'Etat de la Guerre.

Par le Chevalier DAUDET, *Ingénieur, Géographe Ordinaire du Roy & de la Reine.*

3 Vol. in-12.

TOME TROISIE'ME.

A PARIS,
Chez ETIENNE GANEAU, ruë S. Jacques, aux Armes de Dombes.

M. DCC. XXX.

Avec Approbation & Privilege du Roy.

AVERTISSEMENT.

COMME cette seconde partie s'est trouvée plus ample que nous ne nous étions proposé de la faire, tant à cause de la matiere que nous y traitons, que du grand nombre de planches qui en pourroient grossir le Volume, nous avons été obligé de la diviser en deux Tomes pour la commodité du Lecteur



ARTICLE IV.

De la Stereometrie.

LA STEREOMETRIE est une partie de la Geometrie Pratique, qui enseigne à connoître *la superficie & la solidité des corps ou solides*, terminez par des surfaces planes ou courbes, *comme on le verra ci-après.*

Quoique dans le cinquiéme Article de la I. Partie de cette Introduction, nous ayons suffisamment donné la mesure des solides, cependant comme cette matiere regarde beaucoup cette seconde Partie, nous ne pouvons nous dispenser de donner ici quatre sections particulieres concernant cette science.

La premiere, enseigne à trouver la superficie de toutes sortes de corps solides, réguliers & irréguliers.

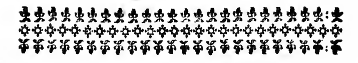
La seconde, montre à en trouver la solidité.

La troisiéme donne des regles pour le jeaugeage des tonneaux.

Et la quatriéme, enseigne le toisé de la charpente. Le reste de ce troisiéme Tome est annoncé dans l'avertissement du second.



SECTION



SECTION PREMIERE.

De la ſurface des ſolides.

Des cinq Corps reguliers.

Problêmes.

I.

P*Our trouver la ſuperficie d'un thetrahedre. Fig. I. pl.* XXXVI.

Cherchez la ſuperficie d'un ſeul de ſes triangles, comme c e d. que vous trouverez être de 5 pieds quarrez, ſi vous multipliez enſuite ce nombre ou valeur 5 par le nombre des triangles qui terminent ce corps qui ſera de 4. *vous aurez* 20 *toiſes pour la ſuperficie totale du thetrahedre propoſé.*

II.

P*Our trouver la ſuperficie d'un exaedre, ou cube. Fig.* 2 *pl.* XXXVI.

Il faut chercher la ſuperficie d'un de ſes quarrez, comme a b d e. qui pourra ſe trouver icy de 16 pieds quarrez, ſi l'on

multiplie pour lors ce nombre 16 par le nombre des quarrez qui terminent ce corps qui eſt icy de 6, *l'on aura 96 pieds quarrez pour la ſuperficie de l'exaedre propoſé.*

III.

P*Our trouver la ſuperficie d'un octahedre. Fig. 3. pl.* XXXVI.

Il faut chercher de même la ſuperficie d'un ſeul de ſes triangles, comme a b c. qu'on trouvera icy de 5 pieds quarrez, ſi l'on multiplie pour lors ce nombre 5 par le nombre des triangles qui terminent ce corps qui eſt icy de 8. *l'on aura* 40 *pieds pour la ſuperficie de cet octahedre proposé.*

IV.

P*Our trouver la ſuperficie d'un icoſaedre. Fig. 4 pl.* XXXVI.

Il faut meſurer un ſeul de ſes triangles a b c. qu'on trouvera icy de 5 pieds quarrez, & multiplier ce nombre 5 par le nombre des triangles qui terminent ce corps, qui eſt icy de 20, *& l'on aura* 100 *pieds quarrez pour la ſuperficie de l'icoſahedre propoſé.*

V.

P*Our trouver la ſuperficie d'un dodecahedre. Fig. 5 pl.* XXXVI.

Il faut trouver seulement la superficie d'un seul de ses pentagones a b c d e. qui se trouvera être icy de 10 pieds quarrez, si l'on multiplie pour lors ce nombre 10 par le nombre des pentagones qui terminent ce corps, qui est icy de 12, *l'on aura* 120 *pieds quarrez pour la superficie du dodecahedre proposé.*

REMARQUE.

Tous les autres corps solides sont appellez en general polyedres, c'est-à-dire des corps terminez par plusieurs surfaces differentes, quoique regulieres; on en trouve la superficie en la maniere suivante.

PROBLEMES.

I.

Pour trouver la superficie d'une pyramide; Fig. 6. 7. *&* 8. *pl.* XXXVI.

Que la pyramide soit *triangulaire*, *quadrangulaire*, ou *pentagonale*, on en trouvera la superficie en multipliant une seule de ses faces ou côtez b a c. de 60 pieds quarrez par le nombre de ces mêmes côtez, comme 3 4 ou 5, &c. *& vous aurez* 180 *pieds quarrez pour les côtez de la pyramide* L. *&* 300 *pieds pour les côtez de la pyramide* M. si l'on veut y comprendre la valeur de leurs

bafes a c d e. on poura l'ajouter à chacune de ces fommes pour en avoir le total.

II.

P*Our trouver la fuperficie d'un prifme. Fig.* 9, 10 *&* 11 *pl.* XXXVI.

Si le prifme eft trilatere, quadrilatere ou pentagonal, ou en general poligonal, on en trouvera également la fuperficie en multipliant la fuperficie d'un feul de fes côtez d c e f. qui fera icy de 25 pieds quarrez par le nombre même de fes côtez, comme 3, 4, 5, &c. *& vous aurez* 75 *pieds quarrez pour la fuperficie du prifme* A. 100 *pieds pour le prifme* B. *&* 125 *pour le prifme* C. fi l'on veut y comprendre la valeur des bafes 12 pieds, il n'y aura qu'à les ajouter à ces trois fommes, & l'on aura pour lors toute la fuperficie de chacun des prifmes en particulier.

III.

P*Our trouver la fuperficie d'un parallelipipede. Fig.* 14 *pl.* XXXVI.

Il faut comme dans le prifme multiplier la fuperficie d'un feul de fes parallelogrames ou côtez a b c d. de 20 pieds quarrez par le nombre de fes côtez, *& vous aurez* 84 *pieds quarrez pour la fuperficie du parallelipipede*, à laquelle fomme joignez-y celle

des deux bases ou extrêmitez, qui sera de 8 pieds; *& vous aurez enfin la superficie totale de ce solide qui sera de* 88 *pieds quarrez.*

I V.

P*Our trouver la superficie d'un cylindre* K. *Fig.* 12. *pl.* XXXVI.

Multipliez sa circonférence a b c d. de 10 pieds par sa hauteur e a. de 25 pieds, & vous aurez 250 pieds quarrez pour la superficie du cylindre proposé, à laquelle somme, si l'on y ajoute la valeur de ses deux cercles, qui lui servent de base, & qui sont icy de 160 pieds quarrez, *vous aurez la superficie totale du cylindre donné, qui sera de* 410 *pieds.*

V.

P*Our avoir la superficie d'un cone. Fig.* 13. *pl.* XXXVI.

Multipliez la circonférence de sa base a d b c. de 32 pieds par la moitié de sa hauteur oblique a e. de 15 pieds, *& vous aurez* 480 *pieds quarrez pour la superficie du cone proposé*, si l'on veut y ajouter la valeur du cercle qui lui sert de base, on aura la superficie entiere de ce cone.

REMARQUE.

L*Orsque les piramides & les cones sont tronquez*, on en trouve la superficie, si on les mesure d'abord comme s'ils étoient entiers, & pour lors en ayant retranché de leur total la superficie de la partie qui leur manque, ce qui restera de la soustraction sera la superficie du cone ou de la piramide tronquée qui sera proposée, *ainsi que l'on l'a enseigné dans la I. Partie Art. des solides.*

VI.

P*Our trouver la superficie convexe d'un globe ou sphere. Fig.* 15 *pl.* XXXVI.

Il faut multiplier toute sa circonférence acdb. de 110 pieds par tout son diametre cd. de 35 pieds, *& son produit* 3850 *pieds quarrez, sera la superficie de la sphere proposée*; car la superficie de la sphere est quadruple de celle de son grand cercle *par le Theor. V. de la I. Part. pag.* 348. c'est pourquoy on trouvera encore la superficie de la sphere, en multipliant la superficie de son grand cercle par le nombre 4. *& le produit sera la superficie convexe de la sphere.*

VII.

Pour trouver la superficie d'une calote spherique, comme a c d. *Fig.* 16 *pl.* XXXVI.

Il faut multiplier la valeur de la circonférence 110 pied du grand cercle de la sphere a b c d. (dont cette calotte est une partie) par la hauteur a g. de 6 pieds, de cette calotte, *& le produit* 660 *pieds, sera la superficie de la calotte spherique demandée, par les mêmes principes des solides I. Partie.*

VIII.

Pour trouver la superficie d'une zone c e f d. *Fig.* 17 *pl.* XXXVI.

Il faut multiplier la circonférence du grand cercle de la sphere, dont cette zone est une partie par la hauteur même g h. de cette zone, *& le produit sera la superficie de la zone.*

Ainsi en multipliant 110 pieds de circonférence du grand cercle de la sphere par $10\frac{1}{2}$ hauteur de la zone g h. *l'on aura* 1155 *pieds quarrez pour la superficie de la zone proposée par les mêmes principes des solides I. Part.*

IX.

Pour trouver la superficie convexe d'un spheroide, comme ACBD. *Fig.* 18 *pl.* XXXVII.

SECTION SECONDE.

De la solidité des corps, ou solides.

PROBLEMES.

I.

Pour trouver la solidité d'un cube, comme abde. *Fig.* 2. *pl.* XXXVI.

Multipliez l'une de ces faces abde. de 16 pieds quarrez, par la hauteur ab. de ce cube, qui est de 4 pieds, *& vous aurez 64 pieds cubes pour la solidité du cube proposé.*

II.

Pour trouver la solidité d'un parallelipipede DCEF. *Fig.* 21. *pl.* XXXVII.

Il faut, *comme au cube*, multiplier une seule de ses grandes faces, comme DCEF. dont la valeur est icy de 216 pieds par son épaisseur DG. de 3 pieds, *& l'on aura pour produit* 648 *pieds cubes pour la solidité du parallelipipede proposé.*

AUTREMENT.

Multipliez une seule de ses petites faces, bases ou côtez, comme icy

II. Remarque.

SI un corps solide se trouve avoir un talud sur l'une de ses faces, comme on le voit icy en la figure AHDCBEG. *on en trouvera la solidité en la maniere suivante. Fig.* 23. *pl.* XXXVII.

Joignez les deux épaisseurs GA. de 4 pieds, & EC. de 6 pieds, ce qui vous donnera 10 pour les deux ensemble, prenez-en la moitié du total, qui est 5, & ayant multiplié cette moitié 5 par la hauteur GE. de 8 pieds, vous aurez un produit 40 pieds pour la superficie du trapeze GACE. qui représente la coupe ou profil de votre solide.

Or, si l'on multiplie en second lieu la valeur de cette superficie 40 pieds par la longueur du solide CD. ou AH. de 10 pieds, *l'on aura un second produit* 400 *pieds cubes pour la solidité du corps solide proposé.*

III. Remarque.

C'Est ainsi qu'on trouve la solidité des murailles, des remparts tombant à plomb sur leurs bases, ou qui ont quelque talud; on trouve encore par les mêmes principes la solidité des pilastres, des colomnes, des blocs de marbre, & des grandes, moyennes ou pe-

tites piéces de bois qui servent dans les bâtimens, dans la construction des vaisseaux, &c. *ainsi qu'on le verra ci-après.*

IV. Remarque.

P*Ar ces mêmes principes, l'on peut connoître la quantité des terres qu'il y auroit à enlever dans un canal, ou quelque fossé proposé. Fig. 24. pl.* XXXVII.

Exemple.

SOit une longueur de 600 toises AK. le long de laquelle on veut faire un canal de 15 pieds de largeur par le haut AC. & de 9 pieds de largeur par le bas BD. & auquel on ne veut donner que 3 pieds de profondeur BE. ou DF. mais l'on veut sçavoir auparavant la quantité de toises cubes de terres qu'il y a à enlever dans ledit canal, afin d'en pouvoir faire les devis & l'estimation pour sçavoir ce qu'il coutera au plus juste.

Pour parvenir à cette connoissance, faites un trapeze ABCD. représentant la coupe ou profil du canal que vous voulez faire faire, c'est-à-dire, dont le côté AC. soit de 15 pieds, son côté parallele BD. de 9 pieds, & sa hauteur EB. ou DF. de trois pieds, & ayant trouvé ensuite la superficie de ce trapeze pour être de 36 pieds quar-

rez ; *qui vaudront une toise quarrée* ; si vous multipliez pour lors cette superficie 36 pieds, par la longueur de votre canal 600 toises, vous aurez 129600 pieds cubes pour toute la longueur de votre canal.

Or, si vous divisez enfin ces 129600 pieds cubes par 216 pieds, qui est la valeur d'une toise cube, *vous aurez pour quotien* 600 *toises cubes qui seront la quantité des terres à enlever dans la longueur du canal ou fossé proposé.*

Si l'on veut sçavoir à present ce que coutera ce canal ou l'enlevement de ces 600 *toises cubes*, il faut faire une regle de trois, & dire, si une toise cube de terre à enlever coute 2 liv. combien couteront les 600 toises, on trouvera qu'il faudra 1200 liv. pour faire faire ledit canal.

La toise cube se paye plus ou moins, suivant la coûtume des Païs, la cherté des vivres, la rareté de l'argent, ou selon la facilité ou la difficulté de l'ouvrage, qui dépend de la situation du terrain qu'on veut ouvrir ou creuser.

L'exemple précédent peut servir de regle pour un moindre ou un plus grand projet, c'est pourquoi nous n'en dirons pas d'avantage.

III.

P*Our trouver la solidité d'un prisme. Fig.* 253 *pl.* XXXVII.

Multipliez la valeur de la superficie d'une de ses bases ; comme CDE. de 4 toises quarrées par la hauteur EG. de ce prisme 12 pieds, *& le produit* 48 *pieds cubes sera la solidité du prisme proposé.* Ce seul exemple est suffisant pour servir de regle dans toute sorte de prisme.

IV.

P*Our trouver la solidité d'une piramide, telle qu'elle puisse être. Fig.* 26. *pl.* XXXVII.

Il faut d'abord connoître la superficie de la base ABC. qu'on a par exemple icy de 30 pieds quarrez.

Et connoissant la valeur de leur base 30 pieds, multipliez-la par le tiers de sa hauteur perpendiculaire DC. qui est de 10 pieds, *& le produit* 300 *pieds cubes sera la solidité de la piramide proposée :* car les piramides ne sont que le tiers des prismes de même base & de même hauteur, *par le Teor. III. de la premiere Partie page* 365.

V.

P*Our trouver la solidité d'un cylindre. Fig.* 27. *pl.* XXXVII.

Il faut multiplier la valeur de la superficie de l'un des cercles qui lui sert de base comme CD. de 5 pieds quarrez par la hauteur de ce cylindre EC. de 12 pieds, *& le*

oduit qui en proviendra 60 pieds cubes, sera la solidité du cylindre proposé.

VI.

Pour trouver la solidité d'un cône. Fig. 28. pl. XXXVII.

Il faut multiplier la valeur de la superficie du cercle qui lui sert de base, comme CD. de 30 pieds quarrez par le tiers de la hauteur perpendiculaire de ce cone CE. qui sera de 10 pieds, *& le produit 300 pieds cubes sera la solidité du cone propose:* car le cone n'est que le tiers d'un cilindre de même base & de même hauteur, *par le Theor. II. de la I. Part. p. 365.*

I. Remarque.

Lorsque les prismes ou les cilindres sont obliques, on en trouve leur solidité en multipliant leurs bazes par toutes leurs hauteurs perpendiculaires, tombant de leur sommet sur leur plan de niveau, *ainsi qu'il a été demontré dans la I. Part. art. des Solides.*

II. Remarque.

Lorsque les piramides & les cones sont obliques, on en trouve aussi leur solidité en multipliant la superficie de leurs bases par le tiers de leurs hauteurs perpendiculaires, tombant de leur sommet sur leur plan de

N v

niveau, *ainsi qu'il a été aussi demontré dans la I. Part. art. des Solides.*

III. REMARQUE.

LOrsque les piramides & les cones sont tronquez, on en trouvera leur solidité, si on les mesure d'abord comme s'ils étoient entiers, & pour lors en ayant retranché la solidité de la partie qui leur manque, ce qui restera de la soustraction, sera la solidité de la piramide ou du cone tronqué qui sera proposé, *ainsi qu'il a été demontré dans l'article des Solides I. Partie.*

IV. REMARQUE.

TOus les autres corps solides, quelques irreguliers qu'ils soient, pouvant être reduits ou divisez en corps solides, tels que nous venons de parler, on en trouvera leur solidité; si l'on trouve d'abord la solidité des cilindres, des prismes, des parallelipipedes, des piramides & des cones, dont ces corps solides irréguliers peuvent être composez, & qu'on n'en fasse qu'un total, *pour lors ce total sera la solidité entiere du corps solide proposé, pour si irregulier qu'il puisse être. Il en sera de même des cinq corps réguliers dont on a déja parlé.*

VII.

P*Our trouver la solidité d'un globe ou sphere: Fig. 29. pl.* XXXVII.

Il faut premierement multiplier la moitié de sa circonférence ABC. de 22 pieds par la moitié de son diametre, ou par son rayon EC. de 7 pieds, *& l'on aura 154 pieds quarrez pour la superficie de son grand cercle* ABCD.

Secondement, si l'on multiplie ensuite cette superficie 154 pieds quarrez par la valeur entiere de son diametre AC. de 14 pieds, *vous aurez le produit 2156.*

Troisiémement, si l'on prend les deux tiers de cette somme, ou produit 2156, *l'on aura à peu près 1434 pieds cubes pour la solidité de la sphere proposée :* car la sphere est égale aux deux tiers d'un cilindre qui auroit pour base la superficie de son grand cercle, & pour hauteur le diametre de la sphere, *par l'article des Solides I. Part. pag.* 369.

AUTREMENT.

MUltipliez toute la superficie d'un globe ou sphere par son rayon, & le produit étant partagé en trois parties égales, *deux de ces parties, c'est-à-dire, les deux tiers de ce produit seront la solidité du globe ou sphere :* car la sphere est égale au cone qui a pour base la surface de la sphere, & pour hauteur son rayon, *par l'art. des Solides I. Partie.*

Ou bien multipliez la ſuperficie du grand cercle de la ſphere par les deux tiers de ſon diametre, *& le produit ſera la ſolidité de la ſphere*

Ou bien encore, multipliez la ſuperficie de cette boule ou globe par la ſixiéme partie de ſon axe AC. *& le produit ſera la ſolidité de cette ſphere.*

VIII.

P*Our trouver la ſolidité d'un ſecteur de la ſphere, comme* ABCDE. *Fig.* 30. *planche* XXXVII.

Multipliez la ſuperficie convexe BCDE. par le tiers du côté AB. du cone de ce ſecteur, *& le produit ſera la ſolidité du ſecteur* ABCDE.

I. Remarque.

M*Ais pour trouver la ſolidité d'une portion de la ſphere, comme le ſegment* GHIK. *Fig.* 31. *pl.* XXXVII.

Cherchez d'abord la ſolidité du ſecteur LGHIK. ainſi qu'on vient de le dire, & en ayant retranché la ſolidité du cone LGHI. *pour lors ce qui reſtera ſera la ſolidité du ſegment propoſé* GHIK.

II. Remarque.

Q*Ue ſi l'on vouloit trouver la ſolidité de la grande portion de la ſphere, comme celle*

du grand segment GNMOI. il faudroit considérer cette partie unie au petit segment GHIK. pour lors on doit chercher la solidité du globe entier HGNMOI. & en ayant retranché le solide du petit segment GHIK. ainsi qu'il vient d'être dit ; *ce qui restera sera la solidité du grand segment proposé* GNMOI.

III. REMARQUE.

ENfin pour trouver la solidité d'une portion de la sphere, comme celle d'une zone GNOI. *Fig.* 31. *pl.* XXXVII.

Il faudroit trouver auparavant la solidité de la grande portion ou segment GNMOI. comme on vient de le dire, & en ayant retranché le solide du petit segment VMO. *ce qui restera, sera la solidité de la zone demandée.*

IX.

POur trouver la solidité d'un conoïde ovalique ; tel que ACBD. *Fig.* 32. *pl.* XXXVII.

Multipliez la superficie d'un cercle qui auroit AB. pour diametre par les deux tiers du grand axe CD. de sorte que si AB. contient 10 pieds 6 pouces, la superficie d'un cercle qui auroit ce diametre, seroit de 86 pieds 7 pouces 6 lignes : or, ce nombre étant multiplié par 12, les deux tiers

du grand axe DC. *le produit* 1039 *pieds sera la solidité de ce conoïde ovalique.*

I. REMARQUE.

MAis si l'on vouloit avoir la solidité d'une portion de conoïde, comme EMGNHI. *Fig.* 33. *pl.* XXXVII.

Multipliez le cone EGH. inscrit dans cette portion, par le reste de l'axe de ce conoïde, augmenté de la moitié de l'axe entier, & divisez le produit par le même reste de l'axe.

Ainsi ayant cherché le solide du cone EGH. & multiplié la valeur par la ligne IO. reste de l'axe, ajoutez-y LO. moitié du même axe, pour lors divisez le tout par la ligne IO. même reste de l'axe, *& le quotien sera la solidité de la portion du conoïde ovalique proposé.*

II. REMARQUE.

LOrsque l'on veut trouver le contenu d'une portion de spheroïde ovalique, renfermé entre deux plans paralleles, ainsi que sont les tonneaux bien construits, comme ABCD. *Fig.* 34. *pl.* XXXVIII.

1°. Il faut d'abord trouver le grand axe EO. de cet spheroïde; à quoi on peut parvenir de cette maniere.

Imaginez DI. perpendiculaire sur HM.

& par conséquent parallele au grand axe EO. puis dites par une regle de trois, comme le rectangle de HI. & IM. est au quarré de HL. ainsi le quarré de HL. sera au quarré de LO. dont le double sera le grand axe EO.

2°. Cherchez à présent le solide de toute la portion du spheroïde DAEBC. duquel ôtez-en la petite portion AE. BG. le reste *sera la solidité de la partie du spheroïde* ABCD. *qui est en forme de tonneau.*

III. REMARQUE.

MAis si cette figure de tonneau n'étoit pas bien construite, & qu'elle ne fût point partie d'un spheroïde, comme GRST. *Fig.* 35. *pl.* XXXVIII.

On en trouvera la solidité en prenant OP. sixiéme partie de la longueur du tonneau, & ayant tiré par le point P. la ligne MN. parallele au petit axe HI. prenez la sixiéme partie de leur différence, & ôtez-là de HI. le reste sera pour MN.

Cela fait, considérez les solides HN & MS. comme des cones tronquez, dont vous trouverez la solidité, ainsi qu'on l'a enseigné, & l'ayant doublée, *le tout sera la solidité du tonneau proposé.*

X.

Pour trouver la solidité d'un paraboloïde ; ou conoïde parabolique, comme ABCDE. *Fig.* 36. *pl.* XXXVIII.

Multipliez la superficie du cercle qui lui sert de base par la moitié de sa hauteur AG. & le produit sera la solidité du paraboloïde: car comme on l'a démontré, ce corps est moitié d'un cilindre de même base & de même hauteur ; ainsi si la base BD. a 3 pieds 6 pouces de diametre, la surface du cercle BCDE. aura 9 pieds 7 pouces 6 lignes. Or, cette quantité étant multipliée par un pied 6 pouces moitié de la hauteur AG. *donnera* 14 *pieds* 5 *pouces* 3 *lignes pour la solidité du paraboloïde.*

AUTREMENT.

Trouvez la solidité du cone ABD. inscrit, ainsi qu'on l'a déja enseigné, & augmentez-en le produit, *& vous aurez encore la même quantité pour la solidité du paraboloïde.*

Le solide *d'un hyperpoloïde ou conoïde hyperbolique* ABCD. *Fig.* 37. *pl.* XXXVIII. *se trouve de la même maniere que celle du paraboloïde, aussi bien que le spheroïde* CADB. *Fig.* 19. *pl.* XXXVII.

REMARQUE.

Comme les deux derniers problêmes que l'on vient de voir regardent le mesurage des solides qui ont la forme des tonneaux, il ne sera pas hors de propos de parler icy du jaugeage des tonneaux, & de quelle maniere on peut connoître ce qu'ils contiennent, ou ce qu'ils peuvent contenir.

SECTION TROISIE'ME.

De la maniere de jeauger les tonneaux.

1°. L'On peut considérer les tonneaux qu'on veut jauger, comme des cilindres qui ont le diametre de leur base égal à la moyenne proportionelle arithmétique, entre le diametre du tonneau à l'endroit du fond, & celui du milieu à l'endroit du bondon, dont la hauteur est égale à la distance qui est entre les fonds.

Ces mesures doivent être prises en dedans du tonneau, ce qui est facile à faire pour les dia-

metres, tant des fonds qu'à l'endroit du bondon.

Les diametres du fond, peuvent se prendre au moyen de deux verges quarrées appliquées l'une contre l'autre, que l'on fait glisser pour les allonger ou les racourcir selon la grandeur du diametre des fonds, lequel est compris entre les peignes.

Le diametre du tonneau à l'endroit du bondon, se trouve en enfonçant dedans par l'ouverture du bondon, une verge divisée en pouces & lignes, qui montre dabord la grandeur de ce diametre intérieur.

La longueur interieure du tonneau se trouve en se servant d'un grand compas à verge qui ait les pointes recourbées, & qui soit divisé en pouces & lignes, suivant sa longueur, en telle sorte que lorsque les pointes du compas touchent les fonds par dehors, la partie du pied mobile du compas qui tient à la verge y marque la grandeur comprise entre les pointes; mais il faut ôter 15 lignes de cette grandeur pour l'épaisseur des fonds, afin d'avoir la distance intérieure entre les fonds.

2°. L'on peut encore considérer un tonneau, comme composé de deux segments de cone, dont les bases jointes ensemble sont égales à la superficie du cercle ou coupe du tonneau à l'endroit du bondon, pour

lors cette mesure se trouve un peu trop petite, & elle seroit encore plus petite par raport à la véritable, si l'on supposoit que le tonneau fut fait de deux segmens de spheroïde ou de conoïde; mais le peu de différence qu'il y a entre les cercles des fonds & celui de la coupe du tonneau à l'endroit du bondon ; ce qui étant joint à l'inégalité des douves, qui se courbent fort souvent en dedans, fait que la différence entre la véritable mesure, qu'il n'est pas possible de connoître exactement, & celle que l'on donne ici, n'est que de très-peu de conséquence.

3°. Si l'on suppose que le tonneau soit composé de deux segmens de cone, dont les bases fussent jointes à l'endroit du bondon, la différence entre la mesure qu'on propose icy & la véritable, qui est fort longue à trouver, ne se trouveroit que d'une chopine environ sur un muid, ce qui n'est pas considérable.

REMARQUE.

1°. LE *muid* doit contenir 288 pintes mesure de Paris, ou 36 septiers de pintes chacun.

2°. *Le muid* contient aussi 3 *pieds cubiques*, & par conséquent *le pied cubique* doit contenir 36 *pintes*. La *pinte* sera donc *de* 48 *pouces*.

3°. Si l'on supose que la *pinte d'eau pese 2 livres* du poid de Paris, *le pied cubique pesera 72 livres*; mais par les expériences qui en ont été faites au juste par Messieurs de l'Academie, on a trouvé qu'il ne pesoit *que 70 livres.*

On se sert cependant & ordinairement de 72 livres pour le poid d'un pied cubique, à cause des subdivisions qui sont faciles à faire au moyen de ce nombre.

4°. *Le pied cubique* pesant donc 70 livres du poid de Paris, *le muid pesera par conséquent 560 livres*, & avec la futaille *environ* 600.

Méthode pour jauger les Tonneaux.

Regle Generale.

Il faut prendre la mesure du diametre d'un des fonds comme AB. & la joindre à celle du diametre CD. pris à l'endroit du bondon, que je suppose au milieu, & dans l'endroit le plus large, & ayant fait un quarré de la moitié de cette somme, on le posera pour le troisiéme terme d'une Regle de trois, dont le premier terme sera toujours 14, & le second toujours 11 pour toutes sortes de grandeurs de tonneaux. *Fig.* 38. *pl.* XXXVIII.

Ensuite on doit multiplier le quatriéme terme trouvé par la Regle de trois, par la longueur du tonneau EF. & le produit étant réduit en pouces cubiques, on aura le nombre des pouces cubiques contenus dans le tonneau, lequel nombre de pouces étant divisé par 48, *donnera le nombre des pintes contenuës dans le tonneau.*

REMARQUE.

SI *les mesures qu'on a prises des diametres* AB. CD. *& de la longueur* EF. *sont en demi pouces*, au lieu de réduire le dernier produit en pouces, il faudra le diviser par 384 au lieu de 48, & le quotien de la division sera le nombre des pintes contenuës dans le tonneau.

Mais si les mesures dont on s'est servi pour les grandeurs AB. CD. DE. *sont des quarts de pouces*, on divisera le dernier produit sans en faire de reduction par 3072, & l'on aura le nombre des pintes contenuës dans le tonneau.

Et enfin, si l'on prenoit des tiers de pouces pour mesure, il faudroit diviser par 1296.

EXEMPLE.

De la Regle précédente.

SOit *la grandeur du diametre* AB. *du fond du tonneau de 23 pouces, & celle du diametre* CD. *de la coupe circulaire du tonneau à l'endroit du bondon de 25 pouces*, ce qui est la plus grande largeur du tonneau en cet endroit, *& la longueur* EF. *de 36 pouces. Fig.* 38 *pl.* XXXVIII.

La somme des deux diametres est 48, dont la moitié est 24, & son quarré 576.

On aura donc pour les trois termes de la Regle de trois ou de proportion 14, 11, 576, & l'on trouvera le quatriéme terme de 452 & $\frac{4}{7}$, ce nombre étant multiplié par 36 qui est la longueur du tonneau, donnera 16292 $\frac{4}{7}$ qui sont des pouces cubiques, qu'on divisera par 48 (à cause que dans la mesure on ne s'est servi que de pouces) *& le quotien de cette division sera* 339 $\frac{1}{2}$ *à peu près, qui est le nombre des pintes contenuës dans le tonneau dont les mesures ont été proposées.*

On voit par cet exemple que ce tonneau contient plus d'un muid, & que le surplus est 51 pintes $\frac{1}{2}$.

AUTRE EXEMPLE.

Soit le diametre du fond AB. *de* 22 *pouces; le diametre* CD. *par le bondon de* 25 *pouces, la longueur* EF. *de* 32 *pouces* $\frac{1}{2}$ *ou* 47 *demi pouces, dont le quarré sera* 2209, & dont on fera le troisiéme terme de la regle de *trois*, le premier terme étant 14, & le second 11, on trouvera le quatriéme 1735 $\frac{9}{14}$.

Mais à cause qu'on s'est servi de demi pouces dans le calcul, il faut aussi reduire la longueur en demi pouces (au lieu de 32 pouces on aura 64 demi pouces) qui serviront à multiplier le quatriéme terme qu'on a trouvé 1735 $\frac{9}{14}$, ce qui donnera le produit 111081 $\frac{1}{7}$ lequel il faut diviser par 384 (à cause qu'on s'est servi de demi pouces,) *& le quotien sera* 289, *& un peu plus le* $\frac{1}{4}$, *ce qui est le nombre des pintes contenuës dans le tonneau proposé.*

Autre méthode pour jauger les Tonneaux.

On se sert en quelques endroits d'une maniere de jauge toute différente de la précédente, laquelle se fait sans aucun calcul.

On a une regle divisée en certaines par-

qui sont assez semblables, *d'où l'on pourra juger de l'exactitude de cette méthode pour des tonneaux plus différents que ceux-ci.*

Si le tonneau avoit 23 pouces de diametre par l'un des fonds, 25 pouces par le bondon, & 30 pouces $\frac{1}{2}$ de longueur, la grandeur CG. seroit de 28 pouces 7 lignes, *& ce tonneau contiendroit 288 pintes.*

Si un autre tonneau a toutes ses parties de la moitié des précédentes, aussi la ligne CG. sera la moitié de l'autre, & n'aura que 14 pouces 3 lignes $\frac{1}{2}$, *& le tonneau ne contiendra que 36 pintes.*

Sur les mêmes proportions, voici une Table de la quantité des pintes qui conviennent aux différentes grandeurs de la ligne CG. en diminuant d'un pouce, depuis 30 jusqu'à 15.

TABLE

Pour le jeaugeage des Tonneaux.

;randeurs de la ligne CG,	Pintes contenuës dans le Tonneau.	Différences
ouces	*Pintes*	*Pintes.*
ɔ	333	0
9	$300\frac{3}{4}$	$32\frac{1}{4}$

28	270 $\frac{3}{4}$	30
27	242 $\frac{3}{4}$	28
26	216 $\frac{3}{4}$	26
25	192 $\frac{3}{4}$	24
24	170 $\frac{1}{2}$	22 $\frac{1}{4}$
23	150	20 $\frac{1}{2}$
22	131 $\frac{1}{4}$	18 $\frac{3}{4}$
21	114 $\frac{1}{4}$	17
20	98 $\frac{1}{4}$	15 $\frac{1}{2}$
19	84 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{4}$
18	72	12 $\frac{1}{2}$
17	60 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$
16	50 $\frac{1}{2}$	10
15	41 $\frac{3}{4}$	8 $\frac{3}{4}$

Mais si l'on suppose que les tonneaux soient semblables à celui qui auroit 22 pouces de diametre par le fond, 25 par le bondon, & sa longueur de 32 pouces.

On trouvera le nombre des pintes pour les differentes grandeurs de CG. *& diminuant d'un pouce selon la Table suivante.*



DEUXIE'ME TABLE.

Grandeur de la ligne CG.	*Pintes contenuës dans le Tonneau.*	*Différences.*
Pouces.	Pintes.	Pouces.
30	340	0
29	307 $\frac{1}{4}$	32 $\frac{3}{4}$
28	276 $\frac{1}{2}$	30 $\frac{3}{4}$
27	248	28 $\frac{1}{2}$
26	221 $\frac{1}{2}$	26 $\frac{1}{2}$
25	296 $\frac{3}{4}$	24 $\frac{3}{4}$
24	174	22 $\frac{3}{4}$
23	153 $\frac{1}{4}$	20 $\frac{3}{4}$
22	134	19 $\frac{1}{4}$
21	116 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{2}$
20	100 $\frac{3}{4}$	15 $\frac{3}{4}$
19	86 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{4}$
18	73 $\frac{1}{2}$	13
17	61 $\frac{3}{4}$	11 $\frac{3}{4}$
16	51 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{1}{4}$
15	42 $\frac{1}{2}$	9

On peut ſur ces meſures trouvées diviſer toute la regle ou verge en pintes, en diviſant chaque pouce en autant de parties qu'il y a de pintes dans les différences qui

répondent à chaque pouce ; mais il ne faudra pas que les divisions de chaque pouce soient égales entre elles, car celles qui sont vers les parties les plus hautes, doivent être plus petites que celles qui sont vers les plus basses, ce qui est facile à voir.

On a choisi ici ces deux especes de tonneaux, dont les derniers sont plus longs & plus pointus que les premiers, afin de faire mieux voir la différence qu'il y a dans ces sortes de jeauge.

Ceux qui ne demanderont pas une grande exactitude, pourront s'en servir pour des tonneaux à peu près semblables à ceux-ci

SECTION QUATRIE'ME.

Du Toisé de la Charpente.

LE TOISE' DE LA CHARPENTE est une partie de la Stereometrie, qui nous apprend à mesurer toute sorte de bois, si nécessaires à la construction des bâtimens ; c'est pourquoi nous donnerons icy plus

sieurs manieres de mesurer les bois, après que nous aurons fait quelques observations sur le choix & la coupe des bois, à l'imitation d'un célébre Auteur dont nous suivons l'exemple.

****

OBSERVATIONS.

Sur le choix & la coupe des Bois.

1°. LE *Bois* le plus propre à la Charpente, & à toute sorte de bâtimens, est le Chêne, principalement quand on choisit des arbres qui ne sont pas au-dessous de 100 ans, ni au-dessus de 200 ans, parce que ceux qui ont moins de 100 ans, ont trop de force & de substance chaude, ce qui les oblige à se fendre quelquefois du haut en bas, & ceux qui en ont plus, commencent à déperir.

Les Bois qui ont depuis 100 ans jusqu'à 200 ans, étant employez dans les bâtimens qui ne sont pas exposez aux injures de l'air, subsistent 5 ou 600 ans; mais il faut qu'ils ayent été coupez dans une Saison propre. Quand ces bois sont employez au pilotage des fondations, ils durent jusqu'à 12 & 1500 ans.

2°. Il eſt donc néceſſaire de connoître l'âge d'un arbre pour n'être pas trompé dans le choix qu'on en veut faire, ce qu'on connoîtra aiſément, ſi on le fait ſcier bien de niveau par le pied; car pour lors en comptant exactement tous les cercles qui ſont depuis le centre du tronc de l'arbre juſqu'à ſa circonférence, le nombre des cercles qu'on y trouvera ſera celui des années de l'arbre, parce qu'il prend une nouvelle envelope de bois a chaque ſeve, c'eſt-à-dire tous les ans.

3°. Les bois expoſez au Soleil Levant & au Nord ſont les meilleurs, parce qu'ils conſervent mieux leur nourriture.

Les bois expoſez au midy, quoique moins bons, valent beaucoup mieux que ceux qui regardent le couchant, parce que le vent de cette derniere region eſt toujours humide.

4°. Le bois de Chateigner eſt auſſi très-propre aux bâtimens, mais comme il n'eſt pas ſi univerſel que le Chêne, on ſe ſert plus volontiers de ce dernier; l'autre eſt bon au pilotage, & l'Orme au charonnage.

5°. La vraye Saiſon pour abattre les arbres qu'on deſtine à la charpente, eſt pendant le mois de Decembre, Janvier & Février, parce que alors ils n'ont point, ou

du moins fort peu de ſeve ; l'on doit même choiſir le declin dela Lune préférablement à ſes autres quartiers, parce que c'eſt alors que les arbres ont moins d'humidité, & que l'aubier doit mieux faire corps avec le bois.

Pour donner lieu aux arbres de ſe bien affermir, on doit les laiſſer abattus pour le moins trois ou quatre mois dans les Forêts, ou pour le mieux, ſi on avoit le tems, ſe feroit de les couper par le pied, les bien étançonner, afin que demeurant de bout, ils puiſſent jetter une eau rouſſe qui eſt dedans qui ſert de levain à la pourriture & aux vers qui s'y engendrent ; l'on doit ſurtout éviter d'abattre de vieux arbres, & en parties ſecs, parce que n'ayant plus de nourriture, ils ne ſont pas propres à faire du bois de charpente.

6°. On doit auſſi empêcher d'employer le bois qui a beaucoup d'aubier, parce qu'il eſt ſujet à ſe pourrir & à engendrer des vers, mais ſi on y étoit contraint, il faudroit faire laiſſer des trous aux bouts des pieces de charpente, afin que l'air s'y pût inſinuer & les rafraichir.

On doit auſſi obſerver que les poutres ni les autres pieces ne portent point ſur le mortier, qui les échauffe & les gâte, auſſi a-t-on ſoin de mettre de la terre ou des

tuilleaux, ou enfin du bois sous leurs bouts.

7°. Le bois vert mis en charpente est très-défectueux, & l'on connoît qu'une piece de bois de charpenre est bonne, lorsqu'elle est d'une consistance ferme, point grasse, qu'elle a peu d'aubier, de même que peu de nœuds, que son fil est droit, & qu'en faisant fraper contre un des bouts avec le doigt (tandis qu'on a l'oreille à l'autre bout.) on entend un son clair, ce qui marque qu'un bois est crû dans un lieu fort sain.

8°. Dans les ouvrages de charpente qu'on fait pour le Roy, on ne prend les longueurs des bois mis en œuvre, que selon qu'elles sont, y compris les tenons, au lieu que suivant *les Us & Coutumes de Paris*, toutes les pieces de bois ont de certaines longueurs déterminées, sur lesquelles on les compte au Charpentier, afin de l'indemniser de la perte qu'il peut faire en les coupant, pour s'assujettir aux longueurs de son ouvrage, comme on le verra cy-après.

De la mesure des Bois.

LA Charpente ne se mesure point à la toise quarrée, comme les autres ou-

vrages de maçonnerie & de terre, mais les bois de charpente se comptent par *cent de solives ou pieces.*

La solive ou *piece*, est une quantité de bois qui contient 3 pieds cubes, *Fig.* 38 *pl.* XXXIX. ou ce qui est la même chose, une piece de bois qui contient une toise de long sur 6 à 12 pouces de gros, qu'on appelle équarrissage, comme on le voit en la *Fig.* 40 *pl.* XXXVIII. ou bien enfin une piece de bois de 2 toises de long sur 6 à 6 pouces de gros, comme en la *Fig.* 41. *pl.* XXXVIII.

C'est pourquoi, pour mesurer la charpente d'un édifice, tel qu'il soit, il ne faut que trouver combien de fois cette charpente contient trois pieds cubes de bois, ou bien combien de fois il s'y trouve 72 chevilles d'un pouce de gros sur une toise de long.

On trouvera dans le Tarif suivant toute sorte de grosseur de bois de charpente en pieces reduites selon l'usage de Paris, lequel nous avons jugé à propos d'inserer à la fin de cet article pour la commodité du Public, mais donnons à present quelque methode pour mesurer les pieces de bois de charpente.

I. Methode.

La premiere maniere de reduire les bois de charpente en solives ou pieces, c'est de prendre la grosseur de la piece de bois qu'on veut mesurer en pouces, c'est-à-dire sa largeur & sa hauteur, & ayant multiplié ces deux quantitez l'une par l'autre, on multiplie encore le produit qui en vient par la longueur de la piece, & ayant ensuite divisé ce second produit par 72, le quotien qui viendra de cette division sera la quantité de solives ou pieces que contiendra la piece de charpente.

Ainsi l'on peut dire que tout morceau de bois équarri qui a 72 pouces quarrez par l'un des bouts sur une toise de longueur, vaut une piece de bois réduite, ou la valeur d'une solive. *Figure* 40 *planche* XXXVIII.

De même tout morceau de bois équarri qui a 36 pouces par l'un des bouts sur deux toises de longueur, contient une solive. *Fig.* 41 *pl.* XXXVIII. S'il n'a qu'une toise de long, il ne contiendra qu'une demie solive, & s'il n'a que trois pieds de long, il ne contiendra qu'un quartde solive, & ainsi du reste.

EXEMPLE.

Supoſons qu'il faille ſçavoir combien de ſolives contient la poutre AB. *Fig.* 42. *pl.* XXXVIII. dont la longueur eſt de 3 toiſes 2 pieds 8 pouces, & la groſſeur de 14 à 15 pouces.

Multipliez les 14 à 15 pouces l'un pour l'autre, & le produit 210 pouces de gros étant auſſi multiplié par les 3 toiſes 2 pieds 8 pouces, longueur de la poutre, vous donnera un ſecond produit $\frac{1}{2}$, lequel nombre étant diviſé par 72, *vous aurez pour quotien* 10 *ſolives* $\frac{5}{108}$ *pour la valeur de la poutre.*

II. METHODE.

La ſeconde maniere de réduire le bois de charpente en ſolives, eſt fondée ſur ce que l'on a dit que toute ſolive contient 3 pieds cubes, ou la ſoixante-douziéme partie d'une toiſe cube. Voici comment on peut ſe ſervir de cette méthode.

Après avoir pris l'équariſſage de la poutre en pouces, tirez la ſixiéme partie de cet équariſſage, c'eſt-à-dire, de la hauteur & largeur de ladite poutre pour la mettre au rang des toiſes, & le reſtant (*quand il y en a*) au rang des pieds; & ayant multiplié ces deux quantitez, ainſi placées l'une par l'autre, & le produit par la moitié de

la longueur de la poutre, il viendra au produit des solives & parties de solives.

EXEMPLE.

SOit la même poutre AB. de 14 sur 15 pouces de gros, & 3 toises 2 pieds 8 pouces de long, ayant pris la sixiéme partie de 14, il vient 2 & reste 2, *on en fait 2 toises 2 pieds.*

La même pratique étant faite pour 15 pouces, il viendra 2 & reste 3, *dont on fera 2 toises 3 pieds.*

Or, ayant multiplié ces deux positions 2 toises 2 pieds & 2 toises 3 pieds comme à l'ordinaire, le produit 5 toises 5 pieds étant multiplié encore par la moitié de la longueur de la poutre, c'est-à-dire, par une toise 4 pieds 4 pouces, *l'on aura pour lors* 10 *solives* 0 *pieds* 3 *pouces* 4 *lignes* pour le contenu de la poutre.

III. METHODE.

LA troisiéme maniere de réduire le bois de charpente, c'est de prendre l'équarissage de la piece à mesurer en pouce, mettre l'une de ces quantitez au rang des toises, & l'autre à son rang ordinaire, ensuite multiplier l'une par l'autre, *comme au toisé des terres,* & le produit sera la quantité de solives, & parties de solives,

que la piece de charpente contiendra.

EXEMPLE.

SOit la même poutre AB. dont on place l'une des quantitez de l'équarissage, (*par exemple* 15 *pouces*) au rang des toises; l'autre 14 pouces à leur rang, c'est-à-dire 1 pied au rang des pieds, & 2 pouces au rang des pouces; puis multipliez ces deux quantitez l'une par l'autre, & le produit 2 toises 5 pieds 6 pouces étant aussi multiplié par la longueur 3 t. 2 p. 8 pouc. donnera encore 10 solives 0 p. 3 pouc. 4 lig. pour le contenu de la poutre.

IV. METHODE.

MEsurer une poutrelle à 5 faces ou côtez. Fig. 43. *pl.* XXXVIII.

Divisez deux des côtez alternatifs de l'un de ses bouts, par exemple ici AE. & BC. chacun en deux parties égales en H & I. tirez HI. laquelle vous mesurerez bien exactement, pour lors le quarré de cette ligne sera égal au pentagone du bout de la poutrelle, il ne faudra donc plus que réduire cette poutrelle en solives, ainsi qu'il a été dit cy devant.

Car supposez que HI. soit de 11 pouces, placez ce nombre au rang des toises pour la largeur, & mettez aussi le même nombre

au rang des pouces pour la hauteur ou épaisseur, & ayant multiplié ces deux quantitez l'une par l'autre, comme au toisé ordinaire, il viendra 1 toise 4 pieds 1 pouce, que vous multiplierez encore par la longueur de la poutrelle supposée icy de 2 toises 4 pieds 6 pouces, *afin d'avoir 4 solives 3 pieds 9 pouces 3 lignes pour le contenu de la poutrelle à 5 faces.*

V. METHODE.

MEsurer *un pilot arrondi. Fig.* 44 *pl.* XXXVIII.

Le pilot arrondi se réduit en solives de la maniere qui suit. Prenez la grosseur ou diametre du pilot par le milieu, qui est icy de 14 pouces, multipliez-le, (l'ayant mis au rang des toises,) par le quart de la circonférence, laquelle aura icy 11 pouces, qui seront mis à leur rang, c'est-à-dire aux pouces, il vous viendra 2 toises 0 pieds 10 pouces que vous multiplierez de rechef par la longueur du pilot 4 toises 3 pieds, *& vous aurez enfin 9 solives 3 pieds 9 pouces pour le contenu du pilot.*

Remarquez qu'on doit toujours prendre la grosseur des pieces de bois par le milieu, parce que leurs deux bouts ne sont pas toujours également gros & égaux.

Nous aurions bien mis icy le nom de toutes les pieces de bois qu'on employe dans les bâtimens, mais la crainte d'augmenter considerablement ce Volume, nous oblige de renvoyer les Curieux aux Autheurs qui n'ont traité en particulier que de l'Architecture Civile & Militaire où tous ces noms doivent être expliquez.

☞ Après avoir donné la maniere de réduire toute sorte de poutres en piéces de bois réduites, il ne sera pas inutile de donner ici un tarif tout calculé de la réduction de toutes ces sortes de piéces de bois nécessaires à la construction des bâtimens, & autres ouvrages nécessaires pour la commodité du Public.



TARIF

Pour la réduction des bois quarrez ou autres, pour sçavoir le produit de la toise, réduire en piéces, pieds & pouces à l'usage de Paris & des travaux du Roy.

Bois de trois pouces de gros.

Toises.	*Piéces.*	*Pieds.*	*Pouces.*
1	0	0	9
1 ½	0	1	1 ½
2	0	1	1 ½
2 ½	0	1	10 ½
3	0	2	3 ½
3 ½	0	2	7 ½
4	0	3	0
4 ½	0	3	4 ½
5	0	3	9
5 ½	0	4	1 ½
6	0	4	6
6 ½	0	4	10 ½
7	0	5	3
7 ½	0	5	7 ½
8	1	0	0

Bois de 3 & 4 pouces.

toises.	*pièces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	0	1	0
1 ½	0	1	6
2	0	2	0
2 ½	0	2	6
3	0	3	0
3 ½	0	3	6
4	0	4	0
4 ½	0	4	6
5	0	5	0
5 ½	0	5	6
6	1	0	0
6 ½	1	0	6
7	1	1	0
7 ½	1	1	6
8	1	2	0

Bois de 4 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	0	1	4
1 ½	0	2	0
2	0	2	8
2 ½	0	3	4
3	0	4	0
3 ½	0	4	8
4	0	5	4

4 ½	1	0	0
5	1	0	8
5 ½	1	1	4
6	1	2	0
6 ½	1	2	8
7	1	2	4
7 ½	1	3	4
8	1	4	8

Bois de 4 & 5 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	0	1	8
1 ½	0	2	6
2	0	3	4
2 ½	0	4	2
3	0	5	0
3 ½	0	5	10
4	1	0	8
4 ½	1	1	6
5	1	2	4
5 ½	1	3	2
6	1	4	0
6 ½	1	4	10
7	1	5	8
7 ½	2	0	6
8	2	1	4

Bois de 5 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	0	2	1
1 ½	0	3	1 ½
2	0	4	2
2 ½	0	5	2 ½
3	1	0	3
3 ½	1	1	3 ½
4	1	2	4
4 $\frac{2}{1}$	1	3	4 ½
5	1	4	5
5 ½	1	5	5 ½
6	2	0	6
6 ½	2	1	6 ½
7	2	2	7
7 ½	2	3	7 ½
8	2	4	8

Bois de 5 & 6 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	0	2	6
1 ½	0	3	9
2	0	5	0
2 ½	1	0	3
3	1	1	6
3 ½	1	2	9
4	1	4	0

4 ½	1	5	3
5	2	0	6
5 ½	2	1	9
6	2	3	0
6 ½	2	4	3
7	2	5	6
7 ½	3	0	9
8	3	2	0

Bois de 6 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	0	3	0
1 ½	0	4	6
2	1	0	0
2 ½	1	1	6
3	1	3	0
3 ½	1	4	6
4	2	0	0
4 ½	2	1	6
5	2	3	0
5 ½	2	4	6
6	3	0	0
6 ½	3	1	6
7	3	3	0
7 ½	3	4	6
8	4	0	0

Bois de 6 & 7 pouces.

oises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	0	3	6
1 ½	0	5	3
2	1	1	0
2 ½	1	2	9
3	1	4	6
3 ½	2	0	3
4	2	2	0
4 ½	2	3	9
5	2	5	6
5 ½	3	1	3
6	3	3	0
6 ½	3	4	9
7	4	0	6
7 ½	4	2	3
8	4	4	0

Bois de 7 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	0	4	1
1 ½	1	0	1 ½
2	1	2	2
2 ½	1	4	2 ½
3	2	0	3
3 ½	2	2	3 ½
4	2	4	4

4 ½	3	0	4 ½
5	3	2	5
5 ½	3	4	5 ½
6	4	0	6
6 ½	4	2	6 ½
7	4	4	7
7 ½	5	0	7 ½
8	5	2	8

Bois de 7 & 8 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	6	4	8
1 ½	1	1	0
2	1	3	4
2 ½	1	5	8
3	2	2	0
3 ½	2	4	4
4	3	0	8
4 ½	3	3	0
5	3	5	4
5 ½	4	1	8
6	4	4	0
6 ½	5	0	4
7	5	2	8
7 ½	5	5	0
8	6	1	4

Bois de 8 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	0	5	4
1 ½	1	2	0
2	1	4	8
2 ½	2	1	4
3	2	4	0
3 ½	3	0	8
4	3	3	4
4 ½	4	0	0
5	4	2	8
5 ½	4	5	4
6	5	2	0
6 ½	5	4	8
7	6	1	4
7 ½	6	4	0
8	7	0	8

Bois de 8 & 9 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	1	0	0
1 ½	1	3	0
2	2	0	0
2 ½	2	3	0
3	3	0	0
3 ½	3	3	0
4	4	0	0

4 ½	4	3	0
5	5	0	0
5 ½	5	3	0
6	6	0	0
6 ½	6	3	0
7	7	0	0
7 ½	7	3	0
8	8	0	0

Bois de 9 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	1	5	9
1 ½	1	4	1 ½
2	2	1	6
2 ½	2	4	10 ½
3	3	2	3
3 ½	3	5	7 ½
4	4	3	0
4 ½	5	0	4 ½
5	5	3	9
5 ½	6	1	1 ½
6	6	4	6
6 ½	7	1	10 ½
7	7	5	3
7 ½	[illegible]	2	7 ½
8	[illegible]	0	0

Bois

Bois de 9 & 10 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces*
1	1	1	6
1 $\frac{1}{2}$	1	5	3
2	2	3	0
2 $\frac{1}{2}$	3	0	9
3	3	4	6
3 $\frac{1}{2}$	4	2	3
4	5	0	0
4 $\frac{1}{2}$	5	3	9
5	6	1	6
5 $\frac{1}{2}$	6	5	3
6	7	3	0
6 $\frac{1}{2}$	8	0	9
7	8	4	6
7 $\frac{1}{2}$	9	2	3
8	10	0	0

Bois de 10 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	1	2	4
1 $\frac{1}{2}$	2	0	6
2	2	4	8
2 $\frac{1}{2}$	3	2	10
3	4	1	0
3 $\frac{1}{2}$	4	5	2
4	5	3	4

4 ½	6	1	6
5	6	5	8
5 ½	7	3	10
6	8	2	0
6 ½	9	0	2
7	9	4	4
7 ½	10	2	6
8	11	0	8

Bois de 10 & 11 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	1	3	2
1 ½	2	1	9
2	3	0	4
2 ½	3	4	11
3	4	3	6
3 ½	5	2	1
4	6	0	8
4 ½	6	5	3
5	7	3	10
5 ½	8	2	5
6	9	1	0
6 ½	9	5	7
7	10	4	2
7 ½	11	2	9
8	12	1	4

Bois de 11 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	1	4	1
$1 \frac{1}{2}$	2	3	$1 \frac{1}{2}$
2	3	2	2
$2 \frac{1}{2}$	4	1	$2 \frac{1}{2}$
3	5	0	3
$3 \frac{1}{2}$	5	5	$3 \frac{1}{2}$
4	6	4	4
$4 \frac{2}{2}$	7	3	$4 \frac{1}{2}$
5	8	2	5
$5 \frac{1}{2}$	9	1	$5 \frac{1}{2}$
6	10	0	6
$6 \frac{1}{2}$	10	5	$6 \frac{1}{2}$
7	11	4	7
$7 \frac{1}{2}$	12	3	$7 \frac{1}{2}$
8	13	2	8

Bois de 11 & 12 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	1	5	0
$1 \frac{1}{2}$	2	4	6
2	3	4	0
$2 \frac{1}{2}$	4	3	6
3	5	3	0
$3 \frac{1}{2}$	6	2	6
4	7	2	0

4 ½	8	1	6
5	9	1	0
5 ½	10	1	6
6	11	0	0
6 ½	11	5	6
7	12	5	0
7 ½	13	4	6
8	14	0	0

Bois de 12 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	2	0	0
1 ½	3	0	0
2	4	0	0
2 ½	5	0	0
3	6	0	0
3 ½	7	0	0
4	8	0	0
4 ½	9	0	0
5	10	0	0
5 ½	11	0	0
6	12	0	0
6 ½	13	0	0
7	14	0	0
7 ½	15	0	0
8	16	0	0

Bois de 12 & 13 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	2	1	0
1 ½	3	1	6
2	4	2	0
2 ½	5	2	6
3	6	3	0
3 ½	7	3	6
4	8	4	0
4 ½	9	4	6
5	10	5	0
5 ½	11	5	6
6	13	0	0
6 ½	14	0	6
7	15	1	0
7 ½	16	1	6
8	17	2	0

Bois de 13 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	2	2	1
1 ½	3	3	1 ½
2	4	4	2
2 ½	5	5	2 ½
3	7	0	3
3 ½	8	1	3 ½
4	9	2	4

4 ½	10	3	4 ½
5	11	4	5
5 ½	12	5	5 ½
6	14	0	6
6 ½	15	1	6 ½
7	16	2	7
7 ½	17	3	7 ½
8	18	4	8

Bois de 13 & 14 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	2	3	2
1 ½	3	4	9
2	5	0	4
2 ½	6	1	11
3	7	3	6
3 ½	8	5	1
4	10	0	8
4 ½	11	2	3
5	12	3	10
5 ½	13	5	5
6	15	1	0
6 ½	16	2	7
7	17	4	2
7 ½	18	5	9
8	19	1	4

Bois de 14 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	2	4	4
1 ½	4	0	6
2	5	2	8
2 ½	6	4	10
3	8	1	0
3 ½	9	3	2
4	10	5	4
4 ½	12	1	6
5	13	3	8
5 ½	14	5	10
6	16	2	0
6 ½	17	4	2
7	19	0	4
7 ½	20	2	6
8	21	4	8

Bois de 14 & 15 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	2	5	6
1 ½	4	2	3
2	5	5	0
2 ½	7	1	9
3	8	4	6
3 ½	10	1	3
4	11	4	0

4 ½	13	0	9
5	14	3	6
5 ½	16	0	3
6	17	3	0
6 ½	18	5	9
7	20	2	6
7 ½	21	5	3
8	23	2	0

Bois de 15 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	3	0	9
1 ½	4	4	1 ½
2	6	1	6
2 ½	7	4	1 ½
3	9	2	3
3 ½	10	5	7 ½
4	12	3	0
4 ½	14	0	4 ½
5	15	3	9
5 ½	17	1	1 ½
6	18	4	6
6 ½	20	1	10 ½
7	21	5	3
7 ½	23	2	7 ½
8	25	0	0

Bois de 15 & 16 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	3	2	0
1 ½	5	0	0
2	6	4	0
2 ½	8	2	0
3	10	0	0
3 ½	11	4	0
4	13	2	0
4 ½	15	0	0
5	16	4	0
5 ½	18	2	0
6	20	0	0
6 ½	21	4	0
7	23	2	0
7 ½	25	0	0
8	26	4	0

Bois de 16 pouces,

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	3	3	4
1 ½	5	2	0
2	7	0	8
2 ½	8	5	4
3	10	4	0
3 ½	12	3	8
4	14	1	4

$4\frac{1}{2}$	16	0	0
5	17	4	8
$5\frac{1}{1}$	19	3	4
6	21	2	0
$6\frac{1}{2}$	23	0	8
7	24	5	4
$7\frac{1}{2}$	26	4	0
8	28	2	8

Bois de 16 & 17 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	3	4	8
$1\frac{1}{2}$	5	4	0
2	7	3	4
$2\frac{1}{2}$	9	2	8
3	11	2	0
$3\frac{}{2}$	13	1	4
4	15	0	8
$4\frac{1}{2}$	17	0	0
5	18	5	4
$5\frac{1}{2}$	20	4	8
6	22	4	0
$6\frac{1}{2}$	24	3	4
7	26	2	8
$7\frac{1}{2}$	28	2	0
8	30	1	4

Bois de 17 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	4	0	1
1 ½	6	0	1 ½
2	8	0	2
2 ½	10	0	2 ½
3	12	0	3
3 ½	14	0	3 ½
4	16	0	4
4 ½	18	0	4 ½
5	20	0	5
5 ½	22	0	5 ½
6	24	0	6
6 ½	26	0	6 ½
7	28	0	7
7 ½	30	0	7 ½
8	32	0	8

Bois de 17 & 18 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	4	1	6
1 ½	6	2	3
2	8	3	0
2 ½	10	3	9
3	12	4	6
3 ½	14	5	3
4	17	0	0

4 ½	19	0	9
5	21	1	0
5 ½	23	2	3
6	25	3	0
6 ½	27	3	9
7	29	4	6
7 ½	31	5	3
8	34	0	0

Bois de 18 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	4	3	0
1 ½	6	4	6
2	9	0	0
2 ½	11	1	6
3	13	3	0
3 ½	15	4	6
4	17	0	0
4 ½	19	0	9
5	21	1	6
5 ½	23	2	3
6	25	3	0
6 ½	27	3	9
7	29	4	6
7 ½	31	5	3
8	34	0	0

Bois de 18 & 19 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	4	4	6
1 ½	7	0	9
2	9	3	0
2 ½	11	5	3
3	14	1	6
3 ½	16	3	9
4	19	0	0
4 ½	21	2	3
5	23	4	6
5 ½	26	9	9
6	28	3	0
6 ½	30	5	3
7	33	1	6
7 ½	35	3	9
8	38	0	0

Bois de 19 pouces

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	5	0	1
1 ½	7	3	1 ½
2	10	2	2
2 ½	12	3	2 ½
3	15	0	3
3 ½	17	3	3 ½
4	20	0	4

4 ½	22	3	4 ½
5	25	0	5
5 ½	27	3	5 ½
6	30	0	6
6 ½	32	3	6 ½
7	35	0	7
7 ½	37	0	7 ½
8	40	0	8

Bois de 19 & 20 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	5	1	8
1 ½	7	5	6
2	10	3	4
2 ½	13	1	2
3	15	5	0
3 ½	18	2	10
4	21	0	8
4 ½	23	4	6
5	26	2	4
5 ½	29	0	2
6	31	4	0
6 ½	34	1	10
7	36	5	8
7 ½	39	3	6
8	42	1	4

Bois de 20 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	5	3	4
1 ½	8	2	0
2	11	0	8
2 ½	13	5	4
3	16	4	0
3 ½	19	2	8
4	22	1	4
4 ½	25	0	0
5	27	4	8
5 ½	30	3	4
6	33	2	0
6 ½	36	0	8
7	38	5	4
7 ½	41	4	0
8	44	2	8

Bois de 20 & 21 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	5	5	0
1 ½	8	4	6
2	11	4	0
2 ½	14	3	6
3	17	3	0
3 ½	20	2	6
4	23	2	0

4 ½	26	1	6
5	29	1	0
5 ½	32	0	6
6	35	0	0
6 ½	37	5	6
7	40	5	0
7 ½	43	4	6
8	46	4	0

Bois de 21 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	6	0	9
1 ½	9	1	1 ½
2	12	4	6
2 ½	15	4	4 ½
3	18	2	3
3 ½	21	2	7 ½
4	24	3	4
4 ½	27	3	4 ½
5	30	3	9
5 ½	33	4	1 ½
6	36	4	6
6 ½	39	4	10 ½
7	42	5	3
7 ½	45	5	7 ½
8	49	0	0

Bois de 21 & 22 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	6	2	6
1 ½	9	3	9
2	12	5	0
2 ½	16	0	3
3	19	1	6
3 ½	22	2	9
4	25	4	0
4 ½	28	5	3
5	32	0	6
5 ½	35	1	9
6	38	3	0
6 ½	41	4	3
7	44	5	6
7 ½	48	0	9
8	51	3	0

Bois de 22 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	6	4	4
1 ½	10	0	6
2	13	2	8
2 ½	16	4	10
3	20	1	0
3 ½	23	3	2
4	26	5	4

4 ½	30	1	6
5	33	3	8
5 ½	36	5	10
6	40	2	0
6 ½	43	4	2
7	47	0	4
7 ½	50	6	6
8	54	4	8

Bois de 22 & 23 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	7	0	2
1 ½	10	3	3
2	14	0	4
2 ½	17	3	5
3	21	0	6
3 ½	24	3	7
4	28	0	8
4 ½	31	3	9
5	35	0	10
5 ½	38	3	11
6	42	0	2
6 ½	45	3	3
7	49	0	4
7 ½	52	3	5
8	56	0	6

Bois de 23 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	7	2	1
1 ½	11	0	1 ½
2	14	4	2
2 ½	18	2	2 ½
3	22	0	3
3 ½	25	4	3 ½
4	29	2	4
4 ½	33	0	4 ½
5	36	4	5
5 ½	40	2	5 ½
6	44	0	6
6 ½	47	4	6 ½
7	51	2	7
7 ½	55	0	7 ½
8	58	4	8

Bois de 23 & 24 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	7	4	0
1 ½	11	3	0
2	15	2	0
2 ½	19	1	0
3	23	0	0
3 ½	26	5	0
4	30	4	0

4 ½	30	1	6
5	33	3	8
5 ½	36	5	10
6	40	2	0
6 ½	43	4	2
7	47	0	4
7 ½	50	6	6
8	54	4	8

Bois de 22 & 23 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	7	0	2
1 ½	10	3	3
2	14	0	4
2 ½	17	3	5
3	21	0	6
3 ½	24	3	7
4	28	0	8
4 ½	31	3	9
5	35	0	10
5 ½	38	3	11
6	42	0	2
6 ½	45	3	3
7	49	0	4
7 ½	52	3	5
8	56	0	6

Bois de 23 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	7	2	1
1 ½	11	0	1 ½
2	14	4	2
2 ½	18	2	2 ½
3	22	0	3
3 ½	25	4	3 ½
4	29	2	4
4 ½	33	0	4 ½
5	36	4	5
5 ½	40	2	5 ½
6	44	0	6
6 ½	47	4	6 ½
7	51	2	7
7 ½	55	0	7 ½
8	58	4	8

Bois de 23 & 24 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	7	4	0
1 ½	11	3	0
2	15	2	0
2 ½	19	1	0
3	23	0	0
3 ½	26	5	0
4	30	4	0

4 ½	34	3	0
5	38	2	0
5 ½	42	1	0
6	46	0	0
6 ½	49	5	0
7	53	4	0
7 ½	57	3	0
8	61	2	0

Bois de 24 pouces.

toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	8	0	0
1 ½	12	0	0
2	16	0	0
2 ½	20	0	0
3	24	0	0
3 ½	28	0	0
4	32	0	0
4 ½	36	0	0
5	40	0	0
5 ½	44	0	0
6	48	0	0
6 ½	52	0	0
7	56	0	0
7 ½	60	0	0
8	64	0	0

Bois de 24 & 25 pouces.

ises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
	8	2	0
½	12	3	0
	16	4	0
½	20	5	0
	25	0	0
½	29	1	0
[illegible]	33	2	0
[illegible] ½	37	3	0
[illegible]	41	4	0
[illegible] ½	45	5	0
6	50	0	0
6 ½	54	1	0
7	58	2	0
7 ½	62	3	0
8	66	4	0

Bois de 25 pouces.

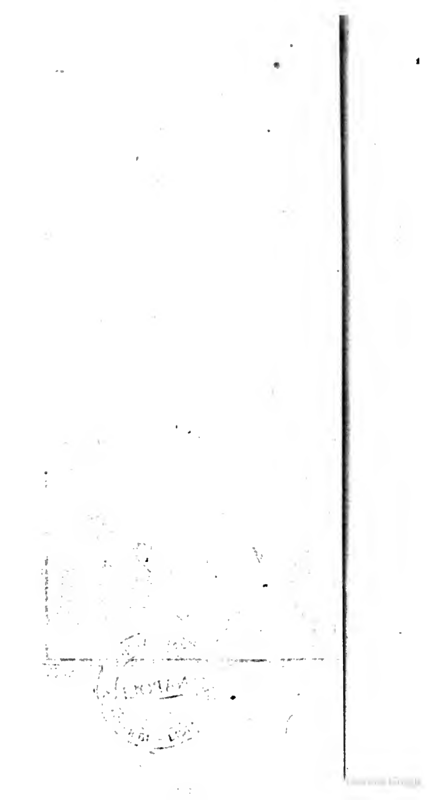
toises.	*pieces.*	*pieds.*	*pouces.*
1	8	4	0
1 ½	13	0	1 ½
2	17	2	2
2 ½	21	4	2 ½
3	26	0	3
3 ½	30	2	3 ½
4	34	4	4

4 ½	39	0	4 ½
5	43	2	5
5 ½	47	4	5 ½
6	52	0	6
6 ½	56	2	6 ½
7	60	4	7
7 ½	65	0	7 ½
8	69	2	8

REMARQUE.

QUoiqu'on ait déja parlé de la toise cube dans la premiere Partie ; cependant on répetera icy, pour la commodité du Lecteur, que la *toise cube* contient 216 pieds cubes, *que le pied cube* contient 1728 pouces cubes, *le pouce cube* contient 1728 lignes cubes, & *que la ligne cube* contient enfin 1728 *points*.






NAPOLI

F.

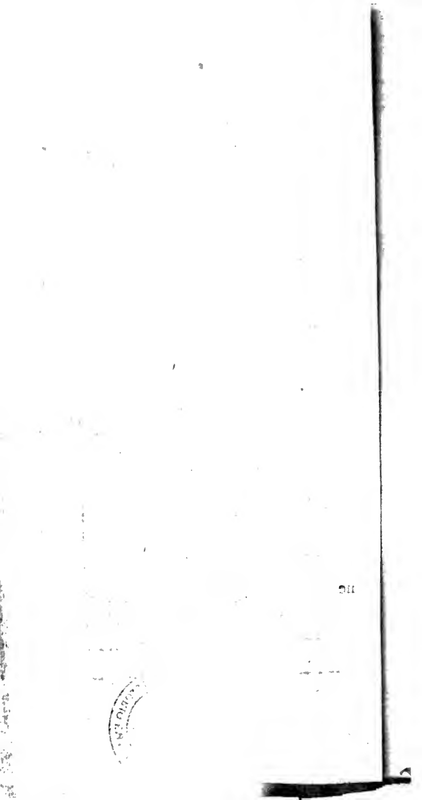
C

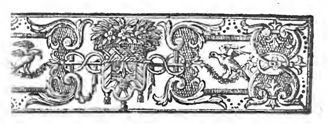
B

3.

4.

P.





ARTICLE V.

Du Nivellement.

NIVELER, n'est autre chose que la maniere de trouver différens points également éloignez du centre de la terre, ou de trou- .e plus ou le moins de leurs éloigne- ; du même centre.

u bien encore, la maniere de trouver ombien un endroit est *plus haut*, ou *as* qu'un autre, ce que l'on fait au en de quelques instruments qu'on ap- : *niveaux.*

omme il y a plusieurs sortes de *niveaux*, qui sont les meilleurs sont les niveaux & les niveaux d'air, mais on peut ment se servir des uns & des autres, que le niveau d'air passe pour être le juste, le moins embarassant & le plus mode.

ous · donnerons point icy la maniere es construire, on en trouve de tous , & leur seule figure suffit pour les

faire connoître ; mais nous nous attacherons à faire voir la maniere de niveler un terrain, quelqu'irregulier qu'il puiſſe être, & à faire connoître le plus exactement qu'il eſt poſſible de combien un lieu eſt plus élevé ou plus bas qu'un autre.

PRINCIPES GENERAUX.

I.

On dit qu'un lieu eſt plus élevé qu'un autre lieu, lorſqu'il eſt plus éloigné du centre de la terre, de même un lieu eſt plus bas qu'un autre lieu, lorſqu'il eſt plus près du centre de la terre ; ainſi la ſuperficie de l'eau, ou de quelque autre corps liquide eſt de niveau, à cauſe que toutes ſes parties ou tous ſes points ſont également éloignez du centre de la terre.

On peut donc meſurer la hauteur d'un lieu à l'égard d'un autre par la différence d'élevation de ces deux lieux au-deſſus de la ſuperficie de l'eau de la mer, d'un lac ou d'un étang, ou enfin de quelque canal plein d'eau pour petit qu'il ſoit, lorſque cette ſuperficie n'eſt point agitée.

II

II.

L*Orsqu'une ligne est également éloignée dans tous ses points du centre de la terre, cette ligne est dite être de niveau*, & tous ses points sont dits être dans le même vrai niveau les uns à l'égard des autres, comme sont les points A.B. D. d'un cercle de la terre, dont le centre est C. parce que ces points ABD. sont également éloignez du centre de la terre. *Fig.* 1. *pl.* XXXIX.

Mais l'on dit que les points E.F.G.A.H. sont dans le niveau apparent du point A. lorsque tous ces points sont dans une même ligne droite, dont le point A. est la rencontre de cette ligne avec la perpendiculaire CA. qui lui est menée du centre de la terre, & si par ce même point A. on décrivoit un cercle qui passât par le point A. & qui eût pour centre le centre de la terre C. la ligne de niveau apparent du point A. seroit droite, & toucheroit le cercle au point A.

III.

O*N se sert d'une ligne de niveau apparent pour en déterminer une qui soit de vray niveau*, ce qui se fait en ôtant des points de la ligne du niveau apparent, la hauteur dont ils s'élevent au-dessus du vrai niveau

à l'égard d'un certain point comme A. car il eſt facile à voir par cette figure, que tous les points de la ligne du niveau GFE. ſont plus éloignez du centre de la terre que le point A. à l'égard deſquels ils ſont dans le même niveau apparent.

Les différences dont chacun de ces points du niveau apparent à l'égard du point A. ſont plus élevez que les points du vrai niveau à l'égard du même point A. ſont meſurées par les lignes BG. DF. qui ſont les excès des ſécantes, comme CB. CD. par-deſſus le rayon du cercle égal à CA. comme CG. CF.

REMARQUE.

L'On voit clairement par les principes précédens, qu'on peut concevoir deux ſortes de niveau, ſçavoir le vrai niveau, & le niveau apparent.

Que le vrai niveau eſt preſque imperceptible, à cauſe de la rotondité de la terre, dont tous les points de la circonférence doivent être ſuppoſez également diſtants de ſon centre.

Que le niveau apparent eſt celui qui nous eſt ſenſible, & qui paroit à nos yeux, *& c'eſt de ce dernier dont on doit parler en ce lieu*, après que nous aurons donné une table qui montre les corrections des points du

niveau apparent pour les réduire au vrai niveau, ſuivant les différentes diſtances de 50 en 50 toiſes ; car dans lés operations ordinaires du nivellement, où l'on détermine des points dans un niveau apparent à l'égard de quelque point, il faut connoître les diſtances qu'il y a entre chacun de ces points, & le premier, à l'égard duquel ils ſont dans le niveau apparent, pour ſçavoir quelle eſt la quantité de la correction qu'il faut faire à chacun de ces points pour les réduire au même vrai niveau.

TABLE

Des corrections à faire du niveau apparent ſur le vray niveau.

Diſtances des points du niveau apparent à l'égard du point A. comme AB.	Corrections, ou abaiſſemens, comme BG.	
Toiſes.	*Pouces.*	*Lignes.*
ſur 50	0	0 3/5
ſur 100	0	1 1/3
ſur 150	0	3.

Toises.		*Pouces.*	*Lignes.*
sur	200	0	$5\frac{1}{3}$
sur	250	0	$8\frac{1}{3}$
sur	300	1	0
sur	350	1	$4\frac{1}{3}$
sur	400	1	$9\frac{1}{3}$
sur	450	2	3
sur	500	2	9
sur	550	3	6
sur	600	4	0
sur	650	4	8
sur	700	5	4
sur	750	6	3
sur	800	7	1
sur	850	7	$11\frac{1}{2}$
sur	900	8	11
sur	950	10	0
sur	1000	11	0

Et ainsi à proportion du plus grand nombre de toises.

REMARQUE.

L'On voit dans cette Table que la correction du niveau pour des petites distances comme 100 toises, est si petite, qu'elle ne mérite pas qu'on en tienne compte, principalement si l'on n'a pas des instruments très-fins pour faire les observations, comme sont les grands niveaux

garnis de lunettes au lieu de pinules.

PROBLEMES.

I.

Pour niveler un terrain, c'est-à-dire pour connoître s'il est bien plan, ou pour connoitre ses différentes hauteurs ou profondeurs au-dessus ou au-dessous du vrai niveau. Fig. 1. pl. XXIX.

Plantez bien perpendiculairement dans le plan proposé plusieurs piquets ou perches de 6 ou 10 pieds de longueur, & exactement divisez en pieds, pouces & lignes, autant qu'il en sera nécessaire, & posez ensuite au milieu du terrain votre niveau d'air, & dans un lieu d'où vous puissiez découvrir tous vos piquets ou perches, comme en A.

Dirigez ensuite le niveau successivement sur chacun de vos piquets, pour lors si l'alignement ou rayon visuel de la superficie de l'eau ou de l'air de votre niveau répond aux quatre pieds ou cinq pieds marquez sur chacun des piquets, ce qui est la hauteur ordinaire du pied du niveau au-dessus du point A. *le plan se trouvera de niveau, c'est-à-dire droit sans hauteurs ni profondeurs.*

Mais si le rayon visuel du niveau reté-

pond point aux 4 ou 5 pieds marquez sur les piquets ou perches, & qu'ils les surpassent de peu ou de beaucoup. On en connoitra la différence de cette sorte.

Il faut qu'une personne qui aide à niveler, se transporte à chacun des piquets, tenant à la main au bout d'un bâton un carton blanc ou noir, ou quelque autre mire aussi remarquable, & qu'à chaque coup de niveau qu'on donnera vers chaque piquet, elle hausse ou abaisse ledit carton le long des piquets, jusqu'à ce qu'il rencontre le rayon visuel conduit du niveau au piquet où l'on fait une observation, auquel cas il faut lui faire signe de s'arrêter & de remarquer l'endroit où le bas du carton se trouve sur le piquet, afin qu'elle le marque exactement sur un papier.

Supposez que le rayon visuel de votre niveau soit allé donner contre le piquet B. au point K. qui marque 3 pieds, vous connoitrez par là que le point B. est plus haut que le point A. d'un pied ou deux selon la hauteur de votre niveau.

Que si le rayon visuel de votre niveau est allé donner contre le piquet C. au point L. qui marque 6 pieds, vous connoîtrez par là que le point A. est plus haut que le point C. de la valeur d'un pied ou deux, ou que le point C. est plus bas que le point A. d'un pied ou deux.

Si l'on fait la même operation vers les piquets D. E. F. G. H. I. l'on connoîtra par le même principe toutes les hauteurs ou profondeurs du terrain à niveler, au moyen de quoy on pourra le mettre de niveau, en comblant les profondeurs par les excès des hauteurs qui peuvent se rencontrer dans le terrain.

Que s'il se trouve trop de hauteur pour combler les profondeurs, il faut en transporter les excès dans des terrains voisins, & s'il ne s'en trouve pas assez pour les combler, il faut en aller chercher dans les endroits voisins pour achever de mettre le plan de niveau. Ce seul exemple peut servir non seulement à connoître si un plan est de niveau, mais même comment on peut le mettre de niveau.

II.

Pour niveller une longue distance, c'est-à-dire, pour connoître de combien un lieu est plus élevé ou plus bas qu'un autre. Fig. 3. pl. XXXIX.

Soit la distance AB. l'on veut connoître de combien le point B. est élevé par dessus le point A. c'est-à-dire, combien il y a de pente du point A. parce qu'on voudroit y construire un canal.

1°. Avant de commencer les opérations

qu'il y a à faire dans ce nivellement, il faut avoir deux régles ou perches de bois bien polies, divisées distinctement & exactement en pieds pouces & lignes de 18 ou 20 pieds de longueur, aux bouts desquelles soit une poulie, au moyen de laquelle on puisse faire glisser (*le long de ces deux régles avec une ficelle*) une planche blanchie, en forme d'un demi cercle d'un pied, ou demi pied de largeur, suivant la largeur des régles, afin de pouvoir hausser ou baisser ce demi cercle selon le besoin.

2°. Il ne faut jamais tirer des coups de niveaux que de 100 toises en 100 toises, tout au plus pour éviter les erreurs qu'on a coutume de faire dans des plus grandes distances ; & dans ce premier cas, il faut placer les deux regles aux deux extrêmitez de cette distance de 100 toises, lesquelles seront tenuës par deux hommes bien adroits, afin qu'ils soient exacts à hausser ou à baisser le demi cercle autant que celui qui opere les lui ordonnera ; ils doivent les tenir bien droites & perpendiculaires sur l'horison.

3°. Le niveau doit être mis au milieu de ces deux regles, c'est-à-dire, à 50 toises de chacune ; on doit le mettre bien droit sur son pied & bien de niveau, ce qui peut se connoître lorsque la bule d'air reste au

milieu du niveau ; si le niveau est un niveau d'air, ou lorsque l'eau des deux phiolles est à une même hauteur aux deux extrêmitez du niveau, lorsque c'est un niveau d'eau.

4°. On ne doit point donner des coups de niveaux dans un tems de pluïe, de broüillards ou lorsqu'il fait trop de vent, pour éviter les erreurs qu'on peut faire dans ces sortes de tems, à cause de la variation du niveau.

5°. Lorsque le terrain ne permet pas de mettre les deux regles en droite ligne l'une de l'autre, ni à 100 toises d'éloignement, on peut en mettre une à droite ou à gauche, selon la commodité du terrain, & à une moindre distance, & mettre toûjours le niveau à peu près dans le milieu des deux regles, autant qu'il se peut.

6°. Celui qui opere ou qui tient le niveau doit à chaque opération ou station, marquer sur un papier & exactement les différentes hauteurs ou pentes qu'il a observé sur le terrain, par ses rayons visuels dirigez vers l'une & l'autre regle. Il doit mettre les pentes d'un côté, & les hauteurs d'une autre, afin d'en faire ensuite le calcul, & connoître de combien la quantité des hauteurs surpasse celle des pentes, ou de combien les pentes excedent les hauteurs;

7°. Les distances d'une regle à l'autre, doivent être mesurées aussi exactement avec une chaîne de 10 toises de longueur, & divisée en pieds, pouvant trouver les pouces sur cette chaîne au moyen d'un pied de Roy.

8°. Comme il faut à chaque station qu'on transporte une des regles à 100 toises de distance, il faut que celui qui tient une des regles, & qui est obligé de rester encore en son lieu & place, tourne sa regle bien doucement vers son camarade, & qu'il observe de la placer dans son même lieu, en sorte qu'elle ne soit ni plus enfoncée, ni plus élevée qu'elle étoit auparavant, pour ne pas faire faire des erreurs à celui qui nivelle.

9°. Enfin si celui qui nivelle ne pouvoit pas bien distinguer les pieds, pouces ou lignes que les coups de niveaux lui donnent sur les regles, il faudroit qu'il eût un aide qui suivit ceux qui tiennent les regles, afin d'observer de plus près à quels pieds, pouces & lignes se trouveront le demi cercle sur les regles, & qu'il eût soin sur le champ de le marquer sur du papier, pour le rapporter à celui qui opere, qui à chaque opération lui crieroit ou lui feroit signe de marquer l'endroit du demi cercle arrêté sur les regles, selon les coups de niveaux.

10°. Enfin à chaque coup de niveau, & à toutes les opérations, on doit soustraire ou retrancher la hauteur du niveau de 4 ou de 5 pieds de hauteur, du calcul qu'on peut faire des hauteurs ou pentes qu'on trouve sur le terrain: car le niveau doit être regardé comme s'il étoit à fleur de terre; ainsi la hauteur de son pied n'est d'aucune valeur dans le nivellement.

EXEMPLE PRATIQUE.

1°. POsez les deux regles D & E. à 100 toises l'une de l'autre aux points A & G. & placez le niveau X. au milieu de cette distance. *Fig. 3. pl. XXXIX.*

Dirigez le niveau vers la regle D. & faites baisser ou hausser le demi cercle jusqu'à ce qu'il rencontre le rayon visuel XF. au point F. de la regle D. & ayant observé la hauteur de la regle AF. de 3 pieds, marquez ce nombre *trois* sur le papier.

Dirigez ensuite le rayon visuel du niveau à lunette vers l'autre regle E. & faites pareillement hausser ou baisser le demi cercle jusqu'à ce qu'ils rencontre ce rayon visuel au point I. de la regle E. pour lors ayant observé la hauteur de la regle GI. marquez-en la valeur 4 pieds sur votre papier.

Pour lors sans avoir égard à la hauteur du

pieds, & la hauteur MP. *de 8 pieds.*

Si l'on ôte 2 pieds de 8, il restera 6 pieds pour la hauteur MP. au dessus du point H. *donc si de ces six pieds on en ôte 5 pour la hauteur du niveau* X. *il en restera un pour la profondeur du point* M. *au-dessous du point* H.

4°. La troisiéme opération étant faite, transportez la regle D. au point N. qui ne sera icy éloigné de la regle E. que de 60 toises, & ayant placé, comme auparavant, le niveau au milieu de cette distance, observez de part & d'autre les points Q. & R. des deux regles, & ayant marqué la hauteur MQ de la regle E. de 9 pieds, & la hauteur NR. d'un pied, si vous retranchez un pied de 9, il restera 8 pieds pour la hauteur du point N. par-dessus le point M. *Or si on en retranche 5 pieds pour la hauteur du niveau, il vous restera 3 pieds justes pour la véritable hauteur du point* N. *au-dessus du point* M.

5°. Enfin cette quatriéme opération étant faite, faites transporter la regle E. au point B. distance de 100 toises du point N. & ayant placé le niveau au milieu X. de cette distance, observez bien attentivement le point S. de la regle D. & l'extrêmité B. de la regle E. & ayant marqué la hauteur NS. de la regle D. qui est icy de 7 pieds,

on connoîtra par-là que le point B. *est élevé de 7 pieds au dessus du point* N.

Or, ces opérations étant faites, il faut chercher à présent de combien le point B. est élevé au-dessus du point A. *ce qui fait ainsi.*

Depuis le point A. jusqu'au point G.
il y a 100 *toises de longueur* 1 *pied de pente.*
Depuis le point G. jusqu'au point H.
100 *toises de longueur* 1 *pied de hauteur.*
Depuis le point H. jusqu'au point M.
60 *toises de longueur* 1 *pied de pente.*
Depuis le point M. jusqu'au point N.
60 *toises de longueur* 3 *pieds de hauteur.*
Depuis le point N. jusqu'au point N.
100 *toises de longueur* 7 *pieds de hauteur.*

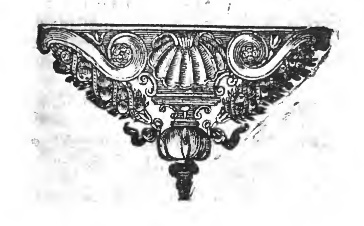
RE'CAPITULATION.

Longueurs.	*Pentes.*	*Hauteurs.*
420 toises.	2 pieds.	11 pieds.

SOUSTRACTION.

QUi de 11 pieds de hauteur en ôte deux pieds de pente, *il restera* 9 *pieds pour la hauteur du point* B. *au-dessus du point* A. *qui est ce qu'on vouloit connoître*; ainsi dans la longueur de quatre cens vingt toises AB. il se trouve 9 pieds de pente: car si l'on tire du point A. au point C. la ligne de niveau ou de terre AC. on trouvera 9

pieds de hauteur du point C. au point B. *donc si au point* B. *il y avoit quelque riviere, on pourroit faire un canal depuis ce point jusqu'au point* A. *ainsi qu'il étoit projetté.* Ce seul exemple est assez suffisant pour montrer la maniere de niveller des longues distances ; c'est pourquoi nous n'en dirons pas davantage sur cette matiere.





ARTICLE VI.

Abbregé des Mécaniques.

DEFINITIONS ET PRINCIPES.

1°. LA MÉCANIQUE est une science qui examine les proprietez du mouvement, & la construction des machines propres à mouvoir les corps pesants, c'est pourquoi on lui donne aussi le nom de *forces mouvantes.*

2°. *La Statique* est une partie des mécaniques qui s'applique à la connoissance des poids, des centres de gravité, & de la descente des corps pesants, comme on le verra cy-après.

3°. *L'hydraulique* est une partie aussi de la mécanique qui examine les proprietez & la conduite des eaux, comme on le verra dans l'article suivant.

4°. *Le mouvement d'un corps en general*, est l'application successive active de ce

corps à différentes parties du liquide qui l'environne.

Lorſque le mouvement ſe fait en la ſubſtance de la choſe, on l'appelle *generation* ou *corruption*, & pour lors le mouvement regarde la Phyſique.

Lorſque le mouvement arrive ſelon la quantité de la choſe, il eſt appellé *accroiſſement* ou *diminution*, ainſi qu'on le voit dans la Geometrie.

Enfin quand il ſe fait ſelon le lieu, on le nomme *mouvement local*, & pour lors il regarde la mecanique.

Nous entendons donc icy par le *mouvement local* un changement de place ou un paſſage d'un corps qui ſe meut d'un lieu à un autre.

5°. Le mouvement peut être *uniforme* ou *non-uniforme*.

Le mouvement local *uniforme* eſt celui par lequel le corps qui ſe meut, & qu'on appelle *mobile*, parcourt des eſpaces égaux en temps égaux.

Le mouvement local *non-uniforme*, eſt celui qui s'augmente continuellement lorſqu'il n'eſt point interrompu, comme le mouvement des corps terreſtres.

6°. On appelle *mouvement de vibration* le mouvement circulaire d'un corps qui eſt ordinairement ſpherique, comme B ou C.

qu'on appelle *Pendule*, parce qu'il est suspendu par un filet inflexible BA. ou AC. attaché au point fixe A. qu'on appelle *centre de mouvement reciproque*, parce que c'est au tour de ce point que le pendule se meut quand on l'a ôté du lieu D. le plus bas qui est le lieu de son repos, pour aller en deçà ou en delà de ce point.

Sur ce principe on appelle *vibration simple* le chemin que fait le pendule de B en C. marqué par l'arc BDC. & *vibration composée*, le chemin que le même pendule fait de B en C. & de C. en B. de sorte que la vibration composée est double de la vibration simple, puisqu'elle est composée de deux fois la valeur de l'arc BDC. *Fig.* 71. *pl.* L.

La longueur AB. ou AC. du filet inflexible en la prenant, depuis le centre A. du mouvement jusqu'au centre du pendule, se nomme *longueur du pendule*, sur quoi toutes les vibrations d'un même pendule, soit grandes ou petites, sont à peu près d'une égale durée, c'est-à-dire qu'un pendule demeure autant de tems à revenir de C vers B. qu'il en a employé de B. en C. mais les pendules de differentes longueurs ont un nombre inégal de vibrations en temps égal, parce que celles d'un pendule d'une certaine longueur sont d'une plus grande durée que celles d'un autre pen-

dule, dont la longueur est plus petite.

C'est pourquoi l'on doit conclure que *les longueurs de deux pendules sont reciproquement proportionelles aux quarrez des nombres de leurs vibrations en temps égal*, c'est-à-dire que la longueur du premier pendule est à celle du second, comme le quarré du nombre des vibrations de ce second dans un certain temps, est au quarré du nombre des vibrations du premier dans le même temps.

On donne encore le nom de *mouvement d'ondulation* à celui qui se fait en jettant dans l'eau un corps pesant qui fait tourner circulairement les parties de l'eau.

REMARQUE.

Dans le mouvement local, on doit considerer la masse du corps, la vitesse, la direction, ou la determination du corps, & la quantité du mouvement ou la force.

8°. Les corps dont on considere le mouvement, sont *durs* ou *fluides*, *à ressort* ou *sans ressort*, *homogenes* ou *heterogenes*.

On appelle *corps dur*, celui dont les parties ne se divisent pas aisément, & qui étant divisées, ne se réunissent point comme une *pierre*.

Le corps fluide est celui dont les parties se divisent aisément, & lesquelles étant di-



visées, se réunissent comme *l'eau, l'huile*, &c.

Le corps sans ressort, est celui qui en la rencontre d'un autre ne change point de figure, ou s'il en change, ne se rétablit point dans sa premiere figure.

Le corps à ressort est celui qui à la rencontre d'un autre peut changer de figure, & se rétablir de même après le choc.

Le corps homogene est celui dont la matiere est uniforme, & par tout également pesante, c'est-à-dire que les corps homogenes sont ceux qui sont de même nature.

Le corps heterogene, est celui qui est composé de matieres diverses en pesanteur; ainsi l'on peut appeller les corps heterogenes, ceux qui sont de différentes nature.

La pesanteur ou la gravité des corps, n'est autre chose que la tendence naturelle qu'ils ont pour se mouvoir, lorsqu'ils ne sont point soutenus, & se porter vers le centre de la terre.

La pesanteur des corps peut être *spécifique*, *absoluë* ou *relative*.

On appelle *pesanteur spécifique d'un corps pesant*, celle qui procede de la densité des parties matérielles, dont il est composé, qui fait que ce corps pese plus qu'un autre d'un même volume; comme celle de l'eau contre celle de l'huile, ou celle de



l'or contre celle de l'argent.

La pesanteur absoluë d'un corps pesant, est la force qu'il a de descendre librement dans un milieu liquide, lorsqu'il ne touche à quoique ce soit, qu'aux parties de ce milieu, comme la pesanteur absoluë d'une pierre dans l'air est la force qu'elle a de descendre librement, lorsqu'elle ne touche à quoique ce soit qu'aux parties de l'air.

On appelle *pesanteur relative d'un corps pesant* la force que ce corps a de descendre étant appliqué à quelque autre chose qu'aux parties du milieu, comme à un plan incliné, à un levier, à une balance où il arrive souvent que le corps contrepese à un plus grand, ce qui s'appelle équilibre, selon qu'il est plus éloigné du centre de mouvement.

Il est donc évident que la pesanteur absoluë est plus grande que la pesanteur relative, qui est composée de la pesanteur absoluë, & de la distance du point fixe qui fait agir le corps pesant avec plus ou moins de facilité, selon qu'il est plus ou moins éloigné du point fixe.

10°. *La vitesse d'un corps* est le plus ou le moins de chemin qu'il fait pendant un certain tems ; ainsi supposant qu'un corps A. parcourt une toise dans une seconde de

tems, & qu'un corps B. en parcourt deux dans le même-tems; on dit que la viteſſe du corpe B. eſt double de celle du corps A. on diroit même qu'il ſeroit triple, quadruple, &c. s'il parcouroit 3 ou 4 toiſes dans le même tems, l'on diſtingue cette viteſſe *par degrez*. *Fig.* 4. *pl.* *XXXIX.*

La viteſſe d'un corps eſt *uniforme* ou *variable*; elle ſe nomme *uniforme*, lorſque dans des temps égaux elle parcourt des eſpaces égaux. *Fig.* 4. *pl.* XXX.

Elle ſe nomme *variable*, lorſqu'en tems égaux elle parcourt des eſpaces inégaux. *Fig.* 5. *pl.* XXX.

La viteſſe accelerée eſt celle dont les eſpaces qu'elle parcourt vont en augmentant.

Et *la viteſſe retardée* eſt celle dont les eſpaces qu'elle parcourt vont en diminuant. *Fig.* 5. *pl.* LIX.

1°. On entend par *puiſſance* tout ce qui peut mouvoir un corps peſant, elle peut être *animée* ou *inanimée*.

L'animée eſt celle des hommes & des animaux, & l'inanimée eſt celle des poids ou corps peſants.

La quantité d'une puiſſance, s'eſtime par la quantité de la peſanteur du corps qu'elle ſoutient en la tirant ou en la pouſſant de bas en haut ſimplement dans la ligne, ſe-

lon laquelle il tend à descendre, ainsi l'on dira qu'une puissance est double ou triple d'une autre puissance, quand elle soutient le double ou le triple de cette autre.

12°. *Le centre du mouvement* d'un corps pesant, ou le point *fixe* ou point *d'appui*, est celui par lequel le corps est arrêté, & autour duquel on le peut mouvoir, ce point est dans une balance, celui où elle est suspendue, & dans le levier celui où cette machine est appuyée.

13° *Le centre de pesanteur ou de gravité d'un corps pesant*, est un point indivisible, par lequel ce corps étant soutenu, toutes les parties du corps qui sont autour de ce point se contrebalancent les unes les autres, & s'empêchent réciproquement de descendre, & tiennent toûjours ce corps en équilibre, comme le point Q *Fig.* 7. *Pl.* XXXIX. On appelle aussi ce centre, *centre de direction*.

Selon la définition précédente, *un corps liquide* n'a point de lui-même de centre de pesanteur, parce que ses parties sont détachées les unes des autres, & qu'elles sont dans un continuel mouvement comme l'eau, & tout ce qu'on appelle liqueur.

Il en est de même *d'un corps fluide*, quoiqu'il ne soit pas tout-à-fait la même chose qu'un corps liquide; car le corps fluide se

laisse traverser aisément, mais ses parties séparées se réunissent aussitôt, comme *l'air*, *la flame*, *l'huile*, *le mercure*, ou *vif-argent*, & même l'eau, ou les autres liqueurs.

14°. *La ligne de direction d'un corps ou d'une puissance*, est la ligne droite dans laquelle ce corps ou cette puissance tend à se mouvoir.

Dans un corps pesant, *la ligne de direction* est la ligue droite dans laquelle ce corps tend à descendre, & *dans une puissance* c'est la ligne droite par laquelle cette puissance tire ou pousse un poids pour le soutenir ou pour le mouvoir.

Comme si le poids A. est suspendu au point B. par le filet BA. ce poids A. par sa pesanteur tend à descendre selon la ligne AB. qui est la ligne de direction. *Fig.* 77. *pl.* L.

Mais si le filet AB. passant par-dessus une poulie B. se continue vers C. où il y a une puissance qui empêche le poids A. de descendre, en le tirant par la ligne BC. cette ligne BC. est la ligne de direction de la puissance en C.

15°. *L'application d'une puissance au levier*, est l'angle que fait la ligne de direction de cette puissance au levier, comme si AB. est un levier dont le point fixe soit C. & qu'une puissance en B. soutienne le poids D. suspendu

suspendu à l'extrémité A. par le filet AD. ensorte que la ligne de direction de cette puissance soit la droite BE. l'angle ABE. que fait cette ligne de direction BE. avec le levier AB. est l'application de la puissance à ce levier AB. *Fig.* 78. *pl.* L.

Ainsi l'on verra cy-après que les puissances appliquées à angles droits, font beaucoup plus d'effet qu'étant appliquées à angles obliques, parce que dans ce cas elles s'approchent plus d'un point fixe.

16°. *La distance d'une puissance ou d'un poids*, est une ligne perpendiculaire tirée du point fixe d'une machine sur la ligne de direction, comme si la ligne de direction de la puissance en E. est la droite BE. *sa perpendiculaire* CF. *qui part du point* C. *du levier* AB. *sera la distance de la puissance*, comme si cette puissance étoit en F. laquelle distance seroit égale à la ligne BC. si la ligne de direction BE. lui étoit perpendiculaire; c'est pourquoi la distance du poids D. dont la ligne de direction AD. est perpendiculaire au levier AB. sera la partie AC. comme si le poid étoit en A. *Fig.* 78. *pl.* L.

17°. *Le centre de percussion*, est un point par lequel un corps en se mouvant heurte avec le plus grand effort contre un autre corps qui s'oppose à son mouvement;

ainsi il est évident que le centre de percussion est à l'égard des vitesses, comme le centre de gravité est à l'égard de la pesanteur.

18°. *Le centre commun de gravité de deux corps pesants*, est un point du levier, ou d'une balance, autour duquel les deux poids attachez à ce levier ou à une balance demeurent en équilibre, parce que les deux poids peuvent être considerez comme un seul, dont le centre particulier de pesanteur est le même que le centre de gravité.

SECTION PREMIERE.

Du mouvement des corps sans ressort.

On suppose ici premierement, que lorsque deux corps se rencontrent, ils se communiquent mutuellement leurs mouvemens; car un corps pert autant de son mouvement, qu'il en communique à un autre.

Secondement, on suppose aussi que ces corps se meuvent dans un milieu, qui ne

résiste point à leur mouvement, de sorte que si un corps parcourt deux toises dans la premiere minute de son mouvement, il continuera d'en parcourir deux dans chaque minute.

PRINCIPES GENERAUX.

I.

LOrsqu'on compare des corps entr'eux par leurs masses, on doit sçavoir s'ils sont homogenes ou heterogenes.

Si ces corps sont *homogenes*, leurs masses sont proportionelles à leurs volumes, ainsi un corps de deux pieds cubiques est double d'un corps d'un pied cubique de même matiere.

Si ces corps sont *heterogenes*, leurs masses sont proportionelles à leurs pesanteurs; ainsi un corps de fer de deux livres, est double d'un corps de cuivre d'une livre.

II.

LOrsque deux corps sans ressort se rencontrent; comme ils ne changent point de figure, ils ne se repoussent point l'un l'autre, & le plus fort emporte le foible dans sa même détermination; c'est-à-dire que celui qui a la plus grande

quantité de mouvement emporte vers le côté qu'il se meut celui qui en a une moindre.

C'est pourquoi l'on peut considerer ces deux corps comme s'ils devenoient unis dans le moment de leur choc, & qu'ils ne fissent plus qu'un seul corps sans ressort, ainsi l'on trouvera que les corps sans ressort suivent dans leur choc les regles suivantes.

Premiere Regle.

L*Orsque deux corps sans ressort se meuvent dans la même determination vers un même côté, pour avoir leur vitesse après le choc,* divisez la somme de leur quantité de mouvement par la somme de leurs masses, *& le quotien donnera leur vitesse après le choc. Fig. 11, pl.* XL.

Car ces corps se mouvant d'un même côté, n'ont rien d'opposé qui se detruise, c'est pourquoi ils conservent après leur choc la même quantité de mouvement qu'ils avoient devant le choc, mais ces deux corps doivent être considerez comme ne formant qu'un seul corps après leur choc, donc leur quantité de mouvement est la somme de celle qu'ils avoient avant le choc, *ainsi pour trouver leur vitesse après le choc, il faut diviser cette somme par celle de*

leurs masses, & le quotien sera leur vitesse après le choc.

D'où il suit 1°. que si un corps A. rencontre un corps B. en repos, ils n'auront après le choc que la moitié de la premiere vitesse, puisque la même quantité de mouvement mouvera une masse double, ils n'en auront que le tiers s'il en rencontre un double, & un quart s'il en rencontre un triple. *Fig.* 12. *&* 13. *pl.* XL.

2°. Si un corps D. rencontre un corps E. en repos qui n'en soit que la moitié, ils auront après le choc les deux tiers de la premiere vitesse, si le corps n'est que le tiers, il en auroit les trois quarts, &c. *Fig.* 13. *pl.* XL.

DEUXIE'ME REGLE.

Lorsqu'un corps en rencontre un autre qui se meut dans une détermination opposée dans la même ligne de direction. Fig. 14. *pl.* XL. pour avoir leur vitesse après le choc, divisez la différence de leur quantité de mouvement par la somme de leurs masses, *& le quotien donnera leur vitesse après le choc* dans la direction du corps qui a la plus grande quantité de mouvement.

Car ces corps se mouvant dans des déterminations opposées, ils tendent à s'arrêter l'un l'autre, de sorte que s'ils avoient

des forces égales, ils demeureroient en repos après leur choc, donc le plus fort pert autant de ſa force, que le plus foible en a, ainſi il ne reſte pour mouvoir ces deux corps après leur choc que la différence de leur force ou de leur quantité de mouvement.

Mais ces deux corps étant conſiderez comme unis, & ne formant qu'un ſeul corps dans l'inſtant du choc, leur quantité de mouvement eſt la différence de celle des deux corps avant le choc, il faut donc diviſer cette différence par la ſomme des maſſes pour avoir la viteſſe après le choc, laquelle ſera dans la détermination du corps qui avoit la plus grande quantité de mouvement avant leur rencontre.

D'où il ſuit, 1°. que ſi deux corps égaux A. B. ſe rencontrent avec des viteſſes égales dans des déterminations oppoſées, ils demeureront en repos. *Fig.* 15. *pl.* XL.

2°. Si deux corps M. N. ſe rencontrent avec des viteſſes réciproques à leurs maſſes dans des déterminations oppoſées, ils demeureront en repos après le choc. *Fig.* 16. *pl.* XL.

Imaginez-vous une ligne DK. tangente aux deux corps, aux deux points de rencontre, abaiſſez de chaque corps des perpendiculaires AD. BL. ſur cette ligne, &

les paralleles AE.BHR.du point de rencontre F. élevez encore la perpendiculaire FC. à cette tangente, il est évident que les corps A. B. ne se rencontrent point dans les lignes de direction paralleles, mais dans les perpendiculaires CF. FH. dans lesquelles ils suivent les regles précédentes, c'est pourquoi faisant CF. égale à CA. & HR. égale à BH. & tirant par ces points les perpendiculaires EK. RM. cherchant aussi sur la ligne FH. la vitesse FN des deux corps après le choc, & tirant par ces points la ligne N a. parallele à la tangente qui coupera les lignes RM. EK. prolongées dans les points b & a. tirant les lignes FB. FA. ces lignes marqueront les vitesses & les directions des corps après le choc. *Fig.* 17. *pl.* XLI.

SECTION SECONDE.

Du mouvement des corps pesans.

LA *pesanteur d'un corps* est l'effort que ce corps fait pour tendre au centre de la terre.

On supposera donc icy que cet effort est

toujours le même, c'est-à-dire que la pe-
santeur fait dans tous les instans un effort égal ; On supposera aussi que les corps se meuvent dans un milieu qui ne resiste point, d'où l'on conclura les proprietez suivantes.

1°. *Les vitesses d'un corps qui tombe librement, augmentent également en temps égaux* ; car la pesanteur doit produire en temps égaux les mêmes effets sur les corps, ainsi dans le premier instant de la chute d'un corps, si sa pesanteur lui communique un degré de vitesse, dans le second elle lui en communiquera un autre, qui joint au premier, feront deux degrez de vitesse ; & dans la troisiéme elle lui en communiquera un troisiéme, & ainsi de suite.

D'où il suit que *les vitesses sont entr'elles comme le nombre des instants écoulez depuis le commencement de sa chute*, ainsi à ce second instant la vitesse est double au troisiéme triple, quadruple au quatriéme, & le reste. *Fig*. 21. *pl*. XLI.

2°. *Si un corps après avoir acquis par sa pesanteur une vitesse* BD. *pendant une minute de temps* AB. *continue de se mouvoir avec cette même vitesse* BD. *sans qu'elle augmente ni diminue dans un temps égal* BD. *il parcourra un espace double du premier. Fig*. 18. *pl*. XLI.

Car imaginez la premiere vitesse AB. di-

visée en plusieurs instants, il est évident que la vitesse a augmenté également à chaque instant, de sorte que si à la fin du premier instant la vitesse étoit égale à I. I. dans le second elle seroit égale à 2. 2. dans le troisiéme à 3. 3. ainsi des autres.

Les vitesses particulieres de chaque instant de la premiere minute peuvent être exprimées par les paralleles tirées dans le triangle ABD. & par conséquent tout cet espace parcouru dans cette premiere minute, sera exprimé par la superficie de ce triangle, mais la seconde vitesse BD. étant toûjours la même dans chaque instant de cette seconde minute, l'espace parcouru sera exprimé par le parallelograme BCED. double du triangle ABD. *donc dans la seconde minute* (avec la seule vitesse acquise dans la premiere) *le corps parcourra un espace double du premier.*

3°. *Un corps en tombant librement, parcourt des espaces qui sont entre eux dans chaque instant comme* 1. 3. 5. 7. *Fig.* 19. *pl.* XLI.

Car on vient de prouver qu'avec la vitesse BD. qu'un corps avoit acquis dans la premiere minute de sa chute, il parcouroit dans un tems égal BC. un espace double du premier; mais comme dans le second instant sa pesanteur lui communique un nouveau degré de vitesse capable de lui

faire parcourir un espace égal au premier dans cette seconde minute avec ces deux degrez de vitesse, il parcourra donc un espace triple du premier.

On prouvera de la même maniere que dans la troisiéme minute s'il parcourroit un espace quintuple du premier, dans la quatriéme sextuple, il s'ensuivroit.

1°. *Que les espaces parcourus depuis l'instant de la chutte, sont entr'eux comme les quarrez des temps écoulez*, puisque dans la premiere minute le corps ayant parcouru par exemple une toise, dans la seconde il en aura parcouru trois, donc la somme est 4. qui est le quarré de 2. & de même dans la troisiéme il en parcourra 5. qui étant joint aux quatre premiers feront 9. qui est le quarré de trois, ainsi des autres.

2°. *Que les espaces parcourus sont aussi entre eux comme les quarrez des vitesses acquises*, puisque les vitesses sont comme les temps.

3°. *Que les temps écoulez, & les vitesses acquises, sont entr'eux comme les racines quarrées des espaces parcourus.*

4°. *Que si un corps étoit poussé de bas en haut avec la vitesse* HI. *qu'il a acquise à la fin de sa chutte, il remonteroit dans le même tems à la même hauteur d'où il seroit descendu pour acquerir cette vitesse. Fig.* 20. *pl.* XLI.

Car la pesanteur feroit perdre à ce corps

en montant dans chaque instant les mêmes vitesses qu'elle lui avoit communiqué en descendant : donc il employeroit autant de tems à perdre ces vitesses, qu'il en auroit été à les acquérir & dans la même proportion ; *& par conséquent il remontera à la même hauteur d'où il étoit descendu*, d'où il suit.

1°. Que si la vitesse HI. d'un corps poussé de bas en haut ne diminuoit point en montant, il parcourroit un espace double de celui qu'il parcourt lorsqu'il diminuë, & que dans le tems qu'il est à monter & à descendre, il parcouroit un espace quadruple avec la vitesse uniforme HI.

2°. Que si deux corps égaux A. B. sont poussez de bas en haut avec des vitesses différentes, ils parcouraroient des espaces qui seroient entr'elles, comme les quarrez de leurs vitesses, puisqu'ils doivent remonter à la même hauteur d'où ils sont descendus pour acquérir ces vitesses.

L'expérience a fait connoître *qu'un corps pesant qui tombe librement, parcourt dans la premiere seconde de sa chute environ* 15 *pieds* ; d'où l'on peut conclure tous les autres espaces qu'un corps doit parcourir dans les autres instants, & par-là résoudre tous problêmes de cette nature.

PROBLEMES.

I.

TRouver en combien de tems un corps parcourra 100 *toises par sa pesanteur.*

L'on vient de voir que l'expérience a appris qu'un corps pesant dans la premiere seconde de sa chute parcourt environ 15 pieds, & que les espaces parcourus sont entr'eux comme les quarrez des tems; ainsi on résoudra ce problême en faisant cette annalogie.

Comme 15 pieds est à 100 toises ou 600 pieds, ainsi le quarré d'une seconde est au quarré du tems cherché, qui est 40: car 15.600 :: 1.40.

Duquel quatriéme terme 40 prenant la racine quarrée, *on aura six secondes & environ un tiers pour le tems cherché.*

II.

UN corps ayant été 5 *secondes à tomber, trouver de quelle hauteur il a dû tomber. Fig.* 19. *pl.* XLI.

On a prouvé que la vitesse qu'un corps auroit acquis dans la premiere seconde de sa chute parcoureroit dans un tems égal un espace double du premier; mais dans le second instant sa pesanteur lui communi-

que un nouveau degré de viteſſe égal au premier : donc dans ce deuxiéme inſtant avec ces deux degrez de viteſſes il parcourera un eſpace triple du premier ; dans le troiſiéme il en parcourera un quintuple, & dans le quatriéme un ſextupule, &c. ſelon les nombres impairs 1 . 3 . 5 . 7 . 9 .

C'eſt pourquoi ſçachant que dans une premiere ſeconde un corps parcourt 15 pieds l'on trouvera que dans la deuxiéme ſeconde il en parcourera 45 ; dans la troiſiéme 75 ; dans la quatriéme 105, dans la cinquiéme 135, & dans les cinq minutes il en parcourera 375.

L'on trouvera la même choſe par cette annalogie, comme le quarré d'une ſeconde 1 eſt au quarré de 5 ſecondes 25 ; ainſi l'eſpace parcouru dans une ſeconde 15 pieds, eſt à l'eſpace cherché parcouru dans 5 ſecondes, 375 *pieds :* car 1 . 25 : : 15 . 375.

III.

UN corps en ſix ſecondes ayant parcouru par ſa peſanteur 90 toiſes ou 540 pieds trouver combien il en a parcouru dans chaque ſeconde.

Faites cette annalogie comme le quarré des 6 ſecondes 36 eſt au quarré d'une ſeconde 1 ; ainſi l'eſpace parcouru dans ſix ſecondes 540 pieds eſt à l'eſpace parcouru

dans une seconde 15 pieds : car dans cette proportion 36 . 1 :: 540. 15.

Ainsi on aura l'espace parcouru dans la deuxiéme seconde en multipliant l'espace 15 pieds parcouru dans la premiere seconde par 3, dans la troisiémé par 5, dans la quatriéme par 7, dans la cinquiéme par 9, & dans la sixiéme par 11. C'est une suite du principe qu'on a établi cy-devant que les espaces parcourus dans chaque instant depuis le moment de leur chute, croissent comme les nombres impairs 1. 3 : 5. 7. &c.

IV.

SI une puissance pousse horizontalement ou obliquement un corps pesant, ce corps parcourt une ligne courbe que l'on nomme parabole. Fig. 23. pl. XLI.

On peut tracer cette courbe de cette maniere ; tirez la ligne droite AB. selon laquelle le corps est poussé, divisez cette ligne en autant de parties égales 1. 2. 3. 4. qu'il vous plaira, & de chacun de ces points de division abaissez les perpediculaires à l'horison 1 E. 2 F. 3. G. 4 H. & ayant pris IE. pour l'espace que la pesanteur fera descendre le corps dans le même instant, faites 2 F. 4 fois plus grande, 3 G. 9 fois plus grande, 4 H. 16 fois plus grande ; ainsi des autres dans la proportion des quar-

rez des nombres naturels 1, 2. 3. 4. &c.

Faites pour lors passer une courbe par les extrêmitez de ces lignes A. E. F. G. H. *& cette courbe sera la parabole cherchée.*

1°. La ligne AB. par laquelle le corps est poussé, s'appelle *la ligne de projection. Fig. 24. pl.* XLI.

2°. La distance AH. à laquelle le corps va tomber, s'appelle *l'amplitude de la parabole.*

3°. La plus grande hauteur FL. à laquelle un corps s'éleve, se nomme *l'élevation de la parabole.*

REMARQUE.

L*Orsqu'un corps A. est poussé par une ligne de direction* AB. *qui fasse avec l'horisontale* AH. *un angle de* 45 *degrez, l'amplitude* AH. *sera la plus grande qu'il est possible. Fig.* 24. *pl.* XLI.

Car, 1°. Si la ligne de projection étoit la verticale AG. il est évident que le corps retomberoit au même point A. d'où il auroit été poussé. *Fig.* 25, *pl.* XLII.

2°. Si la ligne de direction étoit horisontale & tangente au plan sur lequel doit tomber le corps, sa pesanteur l'attacheroit à la terre dans un tems.

3°. Donc il ira d'autant plus loin que sa ligne de projection sera plus éloignée de

ces deux termes, ce qui arrive lorſqu'elle forme avec le plan ſur lequel le corps doit tomber, un angle de 45 degrez.

D'où il ſuit que ſi un corps eſt tiré par des lignes de direction AE. AC. qui faſſe avec la ligne horiſontale deux angles également éloignez de 45 degrez, les amplitudes AK. ſeront égales; ainſi les corps pouſſez, ſelon des lignes, qui font des angles de 30 & de 60 degrez, ont des amplitudes égales.

L'expérience a fait voir qu'une bombe de 500 livres tirée ſous un angle de 45 degrez, *ce que l'on apelle tirer à toute vôlée*, va juſqu'à 1800 toiſes; alors l'élevation eſt le quart de l'amplitude, ou de 450 toiſes.

V.

Etant convenu de la plus grande amplitude d'une bombe de 1800 *toiſes, trouver ſon amplitude ſous quel angle que l'on voudra plus grand que* 45 *degrez, comme icy de* 60.

Pour réſoudre ce problême, faites cette annalogie. Comme le ſinus total 100000 eſt au ſinus du double du complement de l'angle de projection 86602; ainſi la plus grande amplitude 1800 eſt à l'amplitude cherchée 1550.

Si les projections étoient au-deſſous de

45 degrez pour la commodité du calcul, il faudroit prendre les amplitudes des angles qui seroient au-dessus, & qui seroient également éloignez de 45 degrez; ainsi pour avoir l'amplitude de la projection de 20 degrez; cherchez celle de 70.

VI.

La distance à laquelle un corps doit être poussé étant connuë de 1200 *toises, trouver sous quel angle de projection il doit être posé.*

Faites cette annalogie comme la plus grande amplitude 1800 toises est à l'amplitude connuë 1200 toises.

Ainsi le sinus total 100000 sera au sinus du double du complement de l'angle de projection *66666*.

Cet angle étant connu, ôtant sa moitié de 90 degrez, *le reste sera l'angle de projection.*





SECTION TROISIE'ME.

Des Machines propres à communiquer ou à arrêter le mouvement des corps.

ON appelle *Machines* tous les instrumens propres à mouvoir les corps, ou à les arrêter; ces machines sont *simples* ou *composées*.

Comme les machines composées sont sans nombre, & qu'elles ne sont composées que des machines simples, nous ne nous y étendrons pas, pour ne parler icy que des machines simples qui sont au nombre de six; sçavoir *la Balance*, *le Levier*, *la Roue dans son essieu*, *la Poulie*, *le Plan incliné ou le Coin* & *la Vis*.



De la Balance.

DÉFINITION.

LA BALANCE, est une verge droite inflexible & mobile autour d'un point fixe ou axe dans son milieu, & chargée aux deux extrêmités de deux bassins égaux qui lui sont attachez, & qui doivent être en équilibre à l'égard du point fixe. *Fig.* 39. *pl.* XLIV.

La Balance est horisontale quand elle est parallele à l'horison, comme *la fig.* 79. *pl.* L.

La Balance est inclinée quand elle penche plus d'un côté que d'autre, comme *la Fig.* 80. 81. *pl.* XL.

Le point fixe F. divise la balance en deux parties qu'on appelle bras de la balance, lesquels font ensemble, ce qu'on appelle *fleau* ou *joug* de la balance. *Fig.* 39. *pl.* XLIV.

PRINCIPES GENERAUX.

SI deux poids attachez aux extrêmitez d'une balance horisontale sont entr'eux réciproquement comme leurs distances du point fixe, ils seront en équilibre. Fig. 79. *pl.* L.

Si de deux extrêmitez A & B. de la balance horisontale AB. dont le point fixe est C. il pend deux poids D & E. dont le premier D. soit au second E. réciproquement comme la distance BC. de ce second est à la distance AC. du premier ; ces deux points D & E. seront en équilibre autour du point C. ensorte que le point C. sera leur centre commun de pesanteur.

2°. *Si les poids* D *&* E. *sont égaux entr'eux, & leurs distances* AC. BC. *pareillement égales, les deux poids seront aussi en équilibre autour du point fixe* C.

Que si les poids sont inégaux, le plus petit E. doit être d'autant plus éloigné du point fixe C. que le plus grand D. c'est-à-dire, que la distance BC. doit être d'autant plus grande, que le poids D. est plus grand que le poids E. desorte que si ce poids D. est par exemple double du poids E. il faut que la distance BC. soit double de la distance AC. afin que le plus petit poids contrepese au plus grand D. & ainsi à proportion dans tout autre semblable cas. *Fig.* 79. *pl.* L.

3°. On conclura également par le même principe *que si les poids* D *&* E. *sont en équilibre autour du point fixe* C. *ils seront entr'eux en raison réciproque de leurs distances* BC. AC. parcequ'autrement l'un de ces deux poids

trébucheroit ; sçavoir, celui qui auroit plus grande raison à l'autre que la distance de cet autre à la distance du premier.

4°. Ce que l'on a dit *de la balance horisontale*, se doit entendre de la *balance inclinée*, parce que les lignes de direction des deux poids D & E. qui pendent librement des deux points A & B. étant paralleles entr'elles les deux points D & E. agissent sur la balance inclinée AB. comme sur l'horisontale FG. à cause des deux triangles semblables ACF. BCG. où l'on connoît que les deux distances CF. CG. sont proportionelles aux deux lignes AC. BC. lesquelles par conséquent peuvent être prises pour les véritables distances des poids D & F. du point fixe F. étant certain que les poids D. & E. qui sont attachez aux deux extrêmitez AB. de la balance inclinée ont un même effet que s'ils étoient attachez aux extrêmitez F & G. de la balance horisontale FG. dont le point fixe est le même point C. *Fig.* 80. *pl.* L.

5°. Lorsqu'une balance qui a son centre de mouvement au-dessous de sa verge, comme C. & qui chargée de deux poids égaux D. & E. attachez à ses deux extrêmitez A & B. & également éloignez du point fixe C. est horisontale, elle demeurera dans cette situation & en équilibre. *fig.* 81. *pl.* L.

Mais si on l'incline tant soit peu d'un côté ou d'autre, elle continuëra de s'incliner vers le même côté jusqu'à ce qu'elle ait acquis une situation perpendiculaire à l'horison GFO. Cette sorte de balance peut se raporter au levier.

PROBLEMES.

I.

E*Tant connuë la pesanteur de deux poids apliquez aux extrêmitez d'une balance d'une longueur connuë; trouver sur elle le centre commun de mouvemens.*

Supposez que le poid D. soit de 12 livres, la balance AB. de 24 pouces, & le poid E. de 6 livres. Cherchez à ces trois nombres 18. 6. 24. qui sont la somme des 2 poids D & E. le poids E. & la balance AB. pour lors le quatriéme terme ou nombre proportionel sera 8 pouces pour la partie AC. *ainsi le point C. sera le centre de mouvement de cette balance. Fig.* 79. *pl.* L.

II.

E*Tant connuë la longueur, & la pesanteur d'une balance, de même que celle d'un poids, trouver sur cette balance le point fixe, au tour duquel sa pesanteur & celle du poids demeureront en équilibre. Fig.* 82. *pl.* L.

Supposez la balance AB. pesant 16 onces, que sa longueur soit de 12 pouces, pour trouver le point C. duquel la balance étant suspenduë, & étant aidée de sa pesanteur soit en équilibre avec le poids D. qui pend de son extrêmité A. & dont la pesanteur est supposée de 8 onces.

Cherchez à ces trois nombres 24. 16. & 6. qui sont la somme de la pesanteur particuliere de la balance, & celle de la moitié de sa longueur, & le quatriéme terme ou nombre proportionel 4 pouces, sera pour la partie AC. *Ainsi le point* C. *sera le centre de mouvement de cette balance, par lequel elle sera en équilibre avec le poids* D.

III.

Deux poids étant donnez, dont le plus grand est suspendu à l'une des extrêmitez d'une balance, dont la longueur & la pesanteur sont connuës, & dont le point fixe est aussi donné, suspendre le plus petit, ensorte qu'étant aidé de la pesanteur de la balance, il tienne le plus grand en équilibre au tour du point fixe. Fig. 83. *pl.* LI.

Supposez que la balance AB. pese 2 livres, que sa longueur soit de 14 pouces, que le poids DO. éloigné du point fixe C. d'un pouce, pese 15 livres, pour trouver le point F. ou le poids E. qui pese par exem-

ple 1 livre qui tienne l'autre poids DO. en équilibre au tour du centre de mouvement C.

1°. Divisez la balance AB. en deux également au point G. qui sera son centre de pesanteur, & faites pendre *par pensée* de ce point G. le poids H. qui tienne lieu de la pesanteur de la balance AB. de 2 livres; après cela cherchez à ces trois nombres 1. 6. 2. qui sont la distance AC. la distance CG. & le poids H. un quatriéme terme proportionel, lequel donnera 12 livres pour la partie D. du poids DO. c'est pourquoi l'autre partie O. sera de 3 livres.

2°. Cherchez enfin à ces trois autres nombres 1. 3. 1. qui sont le poids E. la partie D. & la distance AC. un quatriéme proportionel qui donnera 3 pouces pour la distance CF. *ainsi le point* F. *sera celui qu'on cherche.*

Lorsque les bras de la balance sont inégaux, la balance est trompeuse; car si l'on suppose que FA. FB : : 11. 12. & que les bassins P & Q. soient entre eux comme 12. à 11. ensorte que le plus pesant P. soit du côté de la plus petite partie; ces bassins étant vuides seront en équilibre avec 12. livres dans l'autre, pour la tromperie, il n'y a qu'à changer le poids du bassin. *Fig.* 39, *pl.* XLIV.

REMARQUE.

REMARQUE.

CE que l'on vient de dire sur la balance, peut s'attribuer à *la Romaine* ou *Pesons*, qui est une machine composée d'une verge de fer ou de bois AB. divisée en plusieurs parties égales le long de laquelle on fait couler un poids E. (attaché à un anneau passé dans la verge) que l'on appelle *contrepoids*, & un autre crochet F. attaché à son extrêmité, où l'on suspend la marchandise que l'on veut peser avec un axe au point fixe C. auquel est attaché un anneau G. par lequel on soutient la Romaine. *Fig.* 40. *pl.* XLIV.

La Romaine à deux points fixes D. C. & deux sortes de division sur deux côtez differents, l'un pour peser de grands poids, & l'autre des petits, (on les appelle le fort & le foible) comme il est aisé de le concevoir par la seule figure. *Fig.* 39. *pl.* XLIV.

****

Des Leviers.

ON appelle *leviers*, toutes verges droites ou courbes que l'on suppose inflexibles, qui se meuvent au tour d'un

point fixe ou centre de mouvement, ayant le poids d'une part, & la puissance de l'autre, ainsi qu'on le voit dans les *Planches* 42, 43 & 44 *Fig.* 27, 28, 29, 30, &c.

L'on appelle *levier du premier genre*, celui où le point fixe F. est entre le poids P. & la puissance Q. *Fig.* 27. *pl.* XLII.

Le levier du second genre, est celui dans lequel le point fixe F. est à une extrêmité, la puissance Q. à l'autre, & le poids P. entre deux. *Fig.* 28. *pl.* XLII.

Le levier du second genre, est celui dans lequel le point fixe F. est à une extrêmité, le poids P. à l'autre, & la puissance Q. entre deux. *Fig.* 20. *pl.* XLIII.

L'on trouve encore un quatriéme genre de levier, qu'on appelle *levier recourbé* ou *angulaire*, comme AFB. que l'on rapporte aisément au levier droit du premier genre, en prenant la ligne aFb. pour le levier, ou bien mFn. *Fig.* 33. *pl.* XLIII. Ainsi ce que l'on dira des leviers droits pourra se rapporter aux leviers recourbez.

PRINCIPES GENERAUX.

I.

Plus la puissance B. *sera éloignée du point fixe* C. *dans un levier* AB. *plus elle aura de force à proportion.* Fig. 72 pl. L.

Car si la puissance B. s'éloigne du point d'apui C. du double de EC. il ne lui faudra que la moitié de la force qui lui étoit nécessaire en B. pour soutenir le poids D.

C'est-à-dire, que si le poids F. de 100 liv. étant appliqué en B. est capable de soutenir le poids D. dans la distance CB. un poids de 50 liv. seulement pourra soutenir le même poids D. à une distance double de BC. c'est-à-dire CF. *Ce principe conduit naturellement à celui qui suit.*

II.

Ce que la puissance gagne en force lorsqu'elle meut un poids avec un levier, elle le perd en espace de tems & de lieu. Fig. 73. pl. L.

Car supposez le levier AB dont le point fixe soit C. & qu'à l'une de ses extrêmitez il y ait un poids dont le centre de gravité corresponde au point A. & qu'à l'autre extrêmité B. il y ait une puissance, qui en

mouvant le poids D. donne au levier AB. la situation ED. auquel cas le poids D. parcourra l'arc de cercle AD. & la puissance l'arc de cercle BE. autour du point d'apui C.

Ainsi, si la puissance en B. ne faisoit que soutenir le poids en A. elle auroit même raison au poids que la distance AC. du poids à la distance BC. de la puissance, & comme l'on suppose qu'elle le peut mouvoir, il s'ensuit qu'elle a plus grande raison au poids que l'espace AD. à l'espace BE. desorte que si la puissance est bien petite à l'égard du poids, réciproquement la distance AC. du poids est bien petite à l'égard de la distance BC. de la puissance; & par conséquent l'espace AD. que parcourt le poids, est bien petit étant comparé à l'espace BE. que parcourt la puissance, parce que les arcs AD. BE. qui mesurent les angles égaux ACD. BCE. sont semblables, & par conséquent comme leurs rayons AC. BC. donc la puissance fait plus de chemin que le poid: *donc ce que la puissance gagne en force, elle le perd en espace de tems.*

Car si l'on peut enlever un poids de 100 livres avec le levier AB. la puissance étant en B. & le poids en A. on en élevera un de 200 livres appliqué toûjours en A. si l'on double la distance BC. de la puissance;

mais si l'on se décharge ainsi de la moitié du poids, on y doit employer le double du tems, parce que dans cette supposition la puissance aura plus de chemin à faire que le poids : *donc plus une puissance a de mouvement, plus elle a de force.*

III.

L*Orsque deux puissances soutiennent un poids à l'aide d'un levier parallele à l'horison, celle qui sera la plus proche de ce poids, en soutiendra une plus grande partie que celle qui en sera plus éloignée. Fig.* 74. *pl.* L.

Car si ces deux puissances A & B. appliquées aux deux extrêmitez du levier AB. soutiennent un poids D. dont la ligne de direction soit CD. passant par son centre de gravité D. pour lors la puissance en A. qui est la plus proche du poids, supporte une plus grande partie de ce poids, que la puissance en B. qui en est plus éloignée, parce que les puissances AB. sont au poids D. comme les distances AC. CB. de leur point fixe.

Or, si la distance AC. est de 2 pieds, CB. de 3 pieds, le levier AB. aura 5 pieds le poids étant icy supposé de 60 liv. pour lors si à ces trois nombres 5.2.60. on en cherche un quatriéme proportionel, on aura 24 liv. pour la puissance en B. ainsi

ôtant 44 liv. de tout le poids qui pese 60 liv. il restera 36 liv. pour la puissance B. *donc la puissance la plus proche du poids supporte une plus grande partie de ce poids que celle qui en est plus éloignée.*

IV.

D*Ans tous leviers droits horisontaux, lorsque les poids & les puissances agissent par des lignes de direction perpendiculaires à l'horison, si la puissance & le poids sont entr'eux en raison réciproques de leurs distances au point fixe, ils seront en équilibre*, c'est-à dire, *que si* Q. P :: FA. FB. *le poids* P. *& la puissance* Q. *seront en équilibre. Fig.* 27. *pl.* XLII.

Car la puissance Q. ne peut se mouvoir qu'elle ne fasse aussi mouvoir le poids P. supposez donc que la puissance Q. emporte, s'il est possible, le poids P. dans le tems que la puissance décrira l'arc BD. le poids décrira l'arc AC. & ces arcs marqueront les vitesses du poids & de la puissance en tems égal.

Or, comme ces arcs sont semblables, puisqu'ils sont la mesure d'angles égaux, ils sont entr'eux comme leurs rayons, c'est-à-dire, que BD. AC :: FB. FA. mais FB. FA :: P. Q. donc BD. AC :: P. Q. *donc le poids & la puissance ont des vitesses réciproques aux masses; ainsi leur quantité de*

mouvement où leurs forces sont égales, & par consequent ils demeureront en équilibre.

Mais si l'on veut considerer le poids P. *Fig.* 31. *pl.* XLIII. comme s'il étoit placé au point A. du levier horizontal a b. & la puissance Q. comme appliquée au point B. du même levier, puisque l'on peut le considerer dans tel point de leurs lignes de direction que l'on voudra, pour lors à cause des triangles semblables FB. FA :: f b. f a. or P. Q. :: FB. FA, donc PQ. :: f b. f a. *ainsi par la proposition précédente, le poids & la puissance seront en équilibre.*

Sur ces principes, on doit conclure que dans toutes les machines, lorsque le poids & la puissance sont en raison reciproque de leur vitesses, ils sont en équilibre, *ainsi pour peu qu'on augmente la puissance, ou que l'on diminue le poids, la puissance emporte le poids.*

V.

D*Ans tous les leviers, si le poids & la puissance sont entr'eux en raison reciproque des perpendiculaires abaissées du point fixe sur leur ligne de direction, quelque situation qu'ils ayent, ils seront en équilibre. Fig.* 37. *pl.* XLIV.

Car si l'on suppose que la ligne de direction du poids P. est détournée de la verticale par quelque obstacle, comme par

une poulie RS. alors la ligne RA. sera la ligne de direction de ce poids par raport au levier AB. & l'on pourra le supposer au point a. de cette ligne de direction prolongée, où la perpendiculaire Fa. la rencontre.

Par la même raison, l'on pourra supposer la puissance au point b. où la ligne de direction est coupée par la perpendiculaire F b. tirée du point fixe F. alors si l'on prend sur le levier horizontal F m. égal à F a. & F n. égal à F b. il est évident que l'on poura supposer le poids & la puissance appliquée aux points m. & n. par des lignes de direction perpendiculaires à l'horizon, alors si P. Q. : : f n. f m. ils seront en équilibre.

D'où il suit que generalement, quelque figure qu'ait le levier, & quelque direction que puisse avoir le poids, ou ce qui tient lieu de poids, & la puissance, il faut toûjours déterminer le rapport des perpendiculaires tirées sur ces lignes de direction, pour avoir celui du poids & de la puissance.

REMARQUE.

QUoique dans les principes précédents, on n'ait point eû égard au poids des leviers, ni à la grosseur du point fixe, cependant on doit y avoir beaucoup d'égard dans la pratique. Fig. 34. pl. XLIV.

Car 1°. il est évident que si le levier est uniforme en sa grosseur, & d'une matiere fort pesante, la plus longue branche pesera davantage que la plus courte, & aîdera à la puissance du côté qu'elle sera pour élever un poids.

2°. Si ce qui sert d'appui, à une étenduë considerable, comme f F. *Fig.* 34. *pl.* XLIV. àmesure que le levier s'élevera ou s'abaissera, le point fixe s'approchera du poids ou de la puissance, ainsi leurs rapports changeront.

On a aussi supposé que le poids & la puissance se meuvent librement dans leurs lignes de direction attachées au bras du levier, ou ce qui est la même chose que leur centre de gravité, fût toûjours soutenu par le point du levier où sa ligne de direction est appliquée.

VI.

SI une puissance dont la ligne de direction est perpendiculaire à un levier, soutient à l'aide de ce levier un poids dont le centre de gravité soit en-dessus de l'horizontale AB. *elle doit être plus grande pour le soutenir, lorsque le levier sera horizontal; que quand il sera incliné, & que le poids sera élevé, & encore plus grande quand il sera abaissé. Fig.* 75. *pl.* L.

Car si la puissance qui a sa ligne de direc-

tion perpendiculaire à un levier, & qui à l'aide de ce levier, dont le point fixe est C. soutient un poids tellement appliqué au levier, que son centre de pesanteur O. soit en-dessus de l'horison, a plus de peine à le soutenir quand il est horisontal, comme AB. que quand il est incliné, c'est à-dire que le poids est haussé, comme DE. elle aura encore plus de peine quand le poids sera abaissé, comme FG. c'est-à-dire qu'il faut un plus grand effort, le reste étant égal pour soutenir le poids O. quand le le levier a la situation AB. que quand il a la situation DE. & encore un plus grand quand il a la situation FG.

VII.

SI une puissance dont la ligne de direction est perpendiculaire à un levier, soutient par son moyen un poids, dont le centre de gravité soit en-dessous de l'horizontale AB. *elle doit être moindre pour le soutenir, lorsque le levier sera horizontal* AB. *que quand il sera incliné, & que le poids sera élevé, & encore moindre quand le poids sera abaissé. Fig. 76. pl.* L.

Car si la puissance qui a sa ligne de direction perpendiculaire, a un levier dont le point d'appui est C. soutient un poids tellement appliqué au levier, que le centre de pesanteur O. soit en-dessous de l'horizon.

tale AB. a moins de peine à le soutenir lorsque le levier est horizontal, comme AB. que quand il est incliné, & que le poids est haussé comme DE. & elle a encore moins de peine quand le poids est abaissé, comme FG. c'est-à-dire qu'il faut moins d'effort à la puissance, le reste étant égal pour soutenir le poids O. quand le levier a la situation AB. que quand il a la situation DE. & encore moins quand il a la situation FG.

PROBLEMES.

I.

ENlever un fardeau ou poids dont la pesanteur est connuë, avec une petite force par le moyen d'un levier. Fig. 72. pl. L.

Pour enlever le poids D. de 100 livres appliqué à l'extrêmité A. du levier AB. & éloigné du point d'appui d'un pouce avec une force donnée, ou poids de 10 livres, comme E. cherchez à ces trois nombres 10. 100. 1. un quatriéme nombre proportionel, lequel vous donnera 10 pouces pour la distance CB. ainsi si à ce point B. on y applique le poids E. de 10 livres, il tiendra le poids donné D. en équilibre, donc si l'on éloigne tant soit peu le poids E. du point B. il enlevera le poids de 100 l. cela est évident.

Que si la longueur du levier est déterminée, il faut le partager au point C. ensorte que le poids E. soit au poids D. comme AC. est à CB. ainsi qu'on l'a déja enseigné, & pour lors le point C. sera le centre commun de pesanteur de la quantité composée des deux poids E & D. c'est pourquoi si l'on prend le point d'appui entre A & C. il est évident que la puissance en B. pourra enlever le poids proposé D.

II.

LA longueur d'un levier, un poids, une puissance étant donnés, trouver le point fixe au tour duquel ils seroient en équilibre. Fig. 35. *pl.* XLIII.

Soit la longueur du levier AB. de 60 pouces, le poids P. de 100 livres, & la puissance Q. de 20 livres pour trouver le point fixe F. l'on aura cette proportion P. Q + Q : : BE + FA. FA. c'est-à-dire en nombres 120. 20 : : 60. + 10. 10. ainsi faisant AF. de 10 pouces, l'on aura le point fixe F. que l'on cherche.

L'on pourra résoudre de la même maniere tous les autres problêmes que l'on peut proposer de cette nature.

III.

LA distance AF. FB. *du point fixe étant donnée dans un levier & le poids* P. *trouver la puissance qui peut le tenir en équilibre. Fig.* 35. *pl.* XLIII.

Faites cette annalogie BF. FA :: P. Q. les trois premiers termes étant connus, on trouvera le quatriéme, qui est Q. ou la puissance cherchée, en nombres 50. 10 :: 100. x. puissance inconnuë; la regle étant faite, on trouvera 20 pour la puissance Q. que l'on vouloit connoître.

IV.

POur trouver une puissance Q. *capable de soutenir une poutre* A. *d'une longueur connuë, appuyée par un bout contre la terre au point* F. *Fig.* 41. *pl.* XLIV.

Soit la poutre FB. de 25 pieds de long, pesant 1500 liv. appuyée à terre par son bout F. il faut supposer la pesanteur de la poutre réünie dans soncentre de pesanteur A. & la regarder comme un levier du second genre sans pesanteur, portant dans son milieu un poids de 1500 liv. P. alors si la puissance Q. agit par une ligne de direction BC. perpendiculaire à l'horison, faites cette annalogie. FB. 25. FA. $12\frac{1}{2}$ :: P. 1500. Q. 750, on aura donc 750

pour la puissance cherchée.

Mais si la puissance R. *agit par une ligne de direction perpendiculaire à la poutre*, il faudra déterminer la longueur FD. & dire, FB . FD :: P . R. où l'on voit que plus le bout B. de la poutre sera élevé de terre, plus l'on aura de facilité à la soutenir.

V.

UN *Pont levis d'une longueur & d'une pesanteur, comme se mouvant autour de deux points donnez, trouver la puissance capable de le soutenir dans ses différentes élevations. Fig.* 42. *pl.* XLV.

Soit le pont levis BF. qui tourne autour des pivots F. de 24 pieds de long, & pesant 6000 liv. & qui soit élevé par la puissance Q. par le moyen d'une chaîne ou cable BCQ. passant par-dessus une poulie C. qui ne sert qu'à faciliter le mouvement de la chaîne. Il faut supposer, 1°. La pesanteur du pont reünie dans son centre de gravité A. & le considérer comme un levier du second genre chargé dans son milieu du poids P. de 6000 liv. pour lors s'il est dans la situation horisontale déterminés par la trigonometrie, la distance ou perpendiculaire FD. de la ligne de direction de la puissance au point fixe, & faites cette annalogie. FD . FA :: P . Q.

2°. Si le pont levis Fb. est élevé au-dessus de l'horison comme de 30 degrez, il faudra déterminer par la trigonometrie, non-seulement la perpendiculaire ou distance FD. de la ligne de direction de la puissance au point fixe, mais encore la distance Fe. du poids, & l'on trouvera la puissance Q. par la même annalogie FD. Fe :: P. Q.

Il est évident que plus le poids sera élevé, & moins il faudra que la puissance soit grande pour le soutenir, puisque les distances FD. au point fixe augmentent pendant que celles du poids Fe. diminuent.

De la Rouë dans son essieu.

LA *Rouë dans son essieu*, autrement appellé *treuil*, est une machine composée d'une roue attachée par ses rayons fixement à un *cilindre* R. à qui on donne aussi le nom de *timpan* ou *tambour*, lequel tourne autour d'un axe qui a deux points fixes à ses extrêmitez E. F. *Fig.* 45. *pl* XLV.

La puissance s'applique ordinairement à la circonférence de la roue, ou par le moyen des chevilles A. qui sont posées perpendiculairement à son plan, comme

aux roues des carrieres, ou par un poids ou une puissance B. attachée à une corde qui est tournée autour de la circonférence de la roue AA. *Fig.* 45. *pl.* XLV.

Quelque fois la roue est mise en mouvement *par un homme qui marche dedans* comme l'on voit aux roues A. qui sont appliquées aux gruës dont on se sert pour élever les pierres ou poutres dans les bâtimens. *Fig.* 46. *pl.* XLV.

Dans toutes les roues, *le poids* Q. est attaché à une corde qui se dévelope autour du cilindre R. perpendiculairement au plan de la roue A. *Fig.* 45 & 46. *pl.* XLV.

Ainsi la roue n'est autre chose qu'un levier perpetuel & retourné, qu'un des rayons de la roue représente comme CH. elle prend le nom *de tour* seulement lorsque son essieu EF. est appuyé sur deux pivots, & qu'il tourne horisontalement, & que la roue tourne verticalement.

On appelle aussi généralement *guindas*, toutes les machines dont on se sert pour élever hors de terre les fardeaux par le moyen de la roue dans son essieu.

PRINCIPES GENERAUX.

I.

DAns toute sorte de roues, lorsque la puissance agit par une ligne de direction tangente à la roue, la puissance est au poids comme le rayon de la roue est au rayon de son cilindre ou tambour. Fig. 48. pl. XLVI.

Car lorsque la puissance Q. a fait un tour à la roue BOC. le poids P. a fait le tour du cilindre EA. c'est-à-dire, que la vitesse de la puissance est à celle du poids, comme la circonférence de la roue est à celle du cilindre : or, les circonférences sont entr'elles comme leurs rayons; donc la puissance Q. est au poids P. comme le rayon du cilindre EA. est au rayon de la roue AC. & parce qu'on a deja fait voir qu'en cas d'équilibre la puissance & le poids doivent être entr'eux en raison réciproque de leurs vitesses; donc dans ces cas le poids & la puissance seront en équilibre.

REMARQUE.

ON peut encore démontrer cette proposition par le levier de cette maniere, E. est l'essieu ou le point fixe autour du quelle poids & la puissance doivent se

mouvoir, EB. rayon de la roue eſt la diſtance de la puiſſance BQ. & EA. rayon du cilindre eſt la diſtance du poids AP. *Fig.* 48. *pl.* XLVI.

Or, l'on a fait voir dans le levier droit BA. que la puiſſance Q. & le poids P. tirant par des lignes de direction perpendiculaires au levier ou à l'horiſon, pour lors la puiſſance devoit être au poids réciproquement comme leur diſtance BE. AE. de leur point fixe.

Il en ſera de même dans le levier recourbé AEG. en ſupoſant que la puiſſance R. fut tirée par une ligne tangente à la roue RG. mais ſi la puiſſance tire par une ligne GD. qui ne ſoit point tangente, cette puiſſance S. ſera au poids réciproquement comme les perpendiculaires EA. ED. tirées du point fixe F. ſur leur lignes de direction.

On peut appliquer ces principes des roues aux moulins, aux capeſtans, aux tourniquets, aux charettes, &c.

II.

CE que la puiſſance gagne en force quand elle meut un poids à l'aide d'une roue dans ſon aiſſieu, elle le perd en eſpace de tems & de lieu. Fig. 48. *pl.* XLVI.

Car ſi l'on ne gagne rien par le moyen de la roue BOC. qu'on ne le perde en eſpace

de tems & de lieu, parce que si le poids P. a par exemple 10 fois plus de résistance que la puissance Q. aussi la distance BE. de la puissance est 10 fois plus grande que la distance EA. du poids P. afin que cette puissance le puisse soutenir, ce qui fait que la circonférence de la roue BOC. est 10 fois plus grande que la circonférence de l'aissieu EA. & que par conséquent la puissance Q. a 10 fois plus de mouvement que le poids P. lorsqu'elle est capable de le mouvoir; car quand elle aura fait un tour entier de la roue, le poids aura fait un tour entier du cilindre, qui n'est que la dixiéme partie du chemin qu'aura fait la puissance.

Ainsi la puissance a toûjours plus de force à proportion qu'elle a plus de mouvement, & c'est de ce principe qu'on tire ceux de la vis & du coin, dont on parlera ci-après.

III.

L*Es roues à dents*, en considérant le chemin du *poids & de la puissance en tems égaux, sont comme des leviers, dont les rayons du pignon dans chaque roue, sont les distances du poids, & les rayons de la roue la distance de la puissance. Fig.* 70. *pl.* XLIX.

Ainsi dans toutes les machines composées de roues à dents, la puissance est au poids en raison composée de celle des

rayons des roues, c'est pourquoi pour avoir généralement ce raport, multipliez les rayons des pignons les uns par les autres, multipliez aussi les rayons des roues les uns par les autres, ces deux produits donneront le raport du poids à la puissance

Car supposez que le rayon du pignon FA. ait 2 pouces, & le rayon FB. de la roue 12 pouces, la puissance appliquée en B. devra être la sixiéme partie du poids P. pour l'élever & le soutenir en équilibre; donc l'effort que soutient la dent GB. du pignon G. est la sixiéme partie du poids.

Supposez aussi que le rayon GH. de la seconde roue soit de 12 pouces, la puissance en H. sera encore à l'effort B. comme *6*. à 1. & par conséquent la puissance en H. sera au poids P. comme 1. à *36*, ou comme 4. à 144, c'est-à-dire, comme le produit des rayons, & ainsi du reste; supposez que la machine fut composée d'un plus grand nombre de roues à dents.

REMARQUE.

Pour appliquer ces principes à la pratique, il faut remarquer.

1°. Que l'effort d'un homme qui agit en poussant, ou tirant à lui, comme sont ceux qui tournent au capestan Q. *Fig.* 43. *pl.* XLV. *ou Fig.* 84. *pl.* LI. n'est que d'en-

viron 25 livres, & que celle des chevaux qui agissent de la même maniere, n'est que de 165 livres, ou égale à celle de 7 hommes, ce que l'on a souvent reconnu par l'experience.

2°. Que l'effort d'un homme qui tire de haut en bas, peut être d'environ 50 ou 60 livres, & même davantage, mais qu'il ne peut agir, ni si continuellement, ni si long tems, il peut même être égal à son poids, & alors il ne pourroit agir.

3°. Que l'effort d'un homme qui marche dans une roue, est égal à son poids, comme dans les roues des grues. *Fig.* 46. *pl.* XLV.

4°. Que dans la pratique, il faut avoir égard *aux frottemens*, qui sont d'autant plus grands, que la machine est plus composée; *aux grosseurs des essieux*, qui allongent les rayons des cilindres de leurs demi diametres; *à la grosseur des cordes ou cables*, qui augmentent aussi les rayons du cilindre; *à la roideur des mêmes cordes*, parce que si l'on faisoit faire plusieurs tours à la corde, le rayon du cylindre augmenteroit à chaque tour du diametre de la corde.

PROBLEMES.

I.

POur trouver une puiſſance capable de lever un poids donné, par le moyen d'une roue. Fig. 48. *pl.* XLVI.

Suppoſez que le poids ſoit de 100 livres, que le rayon de la roue EC. ſoit au rayon du cilindre EA. comme 1 pied à 20 pieds, & que de plus la puiſſance agiſſe perpendiculairement aux rayons de la roue, faites cette analogie comme 1. eſt à 20, ainſi la puiſſance Q = 5. eſt au poids P. de 100 livres.

II.

UN poids étant donné, & la longueur des leviers appliqués à un capeſtan ou cabeſtan, trouver combien il faut à l'homme pour lever le fardeau, ou pour attirer le poids. Fig. 43. *pl.* XLV.

Suppoſez que le poids P. ſoit de 10000 livres la groſſeur A. du capeſtan, y compris la moitié de celle de la corde d'un pied, la longueur des leviers AQ. de 22 pieds.

Faites cette annalogie; comme la longueur des leviers 22 pieds eſt au rayon du cilindre un pied; ainſi le poids connu

10000 livres eſt à la puiſſance que l'on cherche 454 : car ſi l'on diviſe cette puiſſance 454 par le nombre 25, qui eſt l'effort d'un nombre, on aura pour quotien 16, où plûtôt 18 qui ſera le nombre d'hommes qu'il faudra appliquer à ce capeſtan pour élever ou attirer le poids de 20000 livres.

Remarquez que la longueur des leviers ne doit être priſe que depuis le lieu où les hommes ſont appliquez en Q. juſqu'au centre du cilindre A. c'eſt pourquoi s'il y avoit pluſieurs hommes à un levier, il faudroit prendre la longueur du levier depuis le centre commun d'impreſſion de tous ces hommes juſqu'au centre du cilindre.

III.

U*N poids étant connu avec le nombre des roues à dent de la machine qui le doit élever, & le rapport des rayons avec celui des pignons des roues, trouver la puiſſance capable de le ſoutenir. Fig.* 70. *pl.* XLIX.

Suppoſez le poids de 10000 livres la machine compoſée de 4 roues, & que les rayons des pignons ſoient à ceux des roues comme 1. à 15. pour trouver cette puiſſance, faites cette analogie.

Comme la quatriéme puiſſance des cinq rayons des roues 625 eſt à la quatriéme

puissance d'un rayon d'un pignon 1. ainsi le poids 10000 livres sera à la puissance cherchée 16 hommes : car 1.625 :: 16. 10000. ou 1.16 :: 625.10000.

I. REMARQUE.

SI le raport des rayons des roues & celui des pignons étoient différents dans chaque roue, il faudroit mettre le produit des nombres qui marqueroient les rayons des roues à la place de la quatriéme puissance de 5, & le produit des nombres qui marqueroient les roues des pignons au lieu de la quatriéme puissance de 1. Cela est évident par les principes précédents.

II. REMARQUE.

ON peut encore augmenter considerablement la force d'une puissance par le moyen d'un *cric*, dont on se sert ordinairement pour relever des fardeaux très-pesants, comme des carosses ou charettes versées, &c. *Fig.* 85. & 86. *pl.* LI.

Ce cric n'est composé que d'une roue dentée AB. & d'une manivelle CD. qui fait tourner le pignon C. dont les dents s'engrainant à celles de la roue AB. fait aussi tourner cette roue & son pignon à trois dents E. lesquelles s'engrainant aussi avec *les crans*, ou dents du cric FG. le font

lever

lever avec le fardeau qui eſt appuyé ſur la fourchette GH. *Fig.* 86. *pl.* LI.

La figure IKL. fait voir la forme exterieure du cric que l'on peut rendre ſi fort, en multipliant les roues, qu'il pourroit élever une maiſon toute entiere, mais ſon effort deviendroit trop lent. *Fig.* 85. *pl.* LI.

III. REMARQUE.

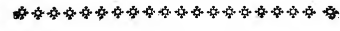
IL y a encore des machines compoſées de roues à dents, où le vent ſert de puiſſance, comme dans les moulins à vents. *Fig.* 87. *pl.* 51.

Car le vent frapant contre *les volans*, ou *aîles* du moulin AB. lorſque leurs toiles ſont tendues, & que ces volans qui ſervent de leviers, étant tournez du côté du vent, font mouvoir & tourner horizontalement l'eſſieu CD. & véritablement la roue EF. dont les dents engrainant pareillement avec les fuſeaux de la lanterne K la font tourner, & avec elle la meule L qui ſert à moudre le grain.

On appelle *lanterne* une eſpece de pignon compoſé de pluſieurs fuſeaux, ou petites pieces de bois arrondies, longues & fortes, qui accrochent, ou ſont accrochées par les dents des autres roues, (que dans ce cas on appelle *heriſſon & rouets.*)

Le corps du *rouet* qui est garni de planche (se nomme *cage,*) que l'on fait tourner avec ses volans, pour leur faire prendre le vent, elle tourne avec l'arbre du moulin sur une espece de gros rouleau de fer, au bout de cet arbre, que les Meusniers appellent *tourillons*, & ils appellent *lattes* les échelons qui *sont aux volans sur lesquels on tend les voiles*, quelquefois on fait tourner les volans du moulin à vent en faisant tourner sa calotte ou sommet en forme de cone.

Il y a plusieurs endroits où la cage du moulin est revêtuë de maçonnerie, comme dans les endroits où la pierre est très-commune, & pour lors on en fait tourner les volans, en faisant tourner la calotte du moulin, ou le cone qui lui sert de couverture. On connoît assez la figure de ces deux sortes de moulins à vent, pour ne pas en parler davantage.



Des Poulies.

LA POULIE n'est autre chose qu'un cercle solide AB. attaché à une chape C. par le moyen d'un essieu D. au tour duquel elle tourne librement. *Fig.* 44. *pl.* XLV.

Lorsque la chape d'une poulie est attachée fixement à un crochet E. on la nomme *poulie fixe.*

Lorsque la chape est mobile & entraînée avec le poids, on la nomme *poulie mobile. Fig.* 47. *pl.* XLV.

Lorsque plusieurs poulies sont sur la même chape, soit qu'elles soient posées sur un même axe, ou sur plusieurs, on les nomme *mousle*, lesquels peuvent être aussi fixes ou mobiles, comme on le voit *dans les Figures* 66. & 67. *pl.* XL.

PRINCIPES GENERAUX.

I.

Si une puissance soutient un poids à l'aide d'une poulie, dont la chape soit immobile, la puissance doit être égal au poids. Fig. 44. *pl.* XLV.

Car afin que le poids P. s'éleve d'un pied, il faudra que la puissance Q. se meuve aussi d'un pied, de sorte que le poids & la puissance ayant des vitesses égales, il faut aussi qu'ils soient égaux pour être en équilibre.

On démontre la même chose, lorsqu'on considere la poulie fixe, comme un levier dont le point fixe F. est également éloigné

du poids B. & de la puiſſance A.

D'où il ſuit que les poulies fixes ne ſervent 1°. qu'à changer de direction, c'eſt pourquoi on les appelle quelquefois *poulies de renvoy.*

2°. Qu'à empêcher les frottemens qui ſe feroient, ſi on faiſoit paſſer la corde par-deſſus un cilindre immobile, & le frottement qui ſe fait au tour de l'eſſieu, de la poulie, eſt au frottement qui ſe fait au tour du cilindre, comme le diametre de l'eſſieu eſt au diametre du cilindre, ainſi plus les poulies ſont grandes, & les eſſieux petits, moins il y a de frottemens.

II.

SI une puiſſance ſoutient un poids à l'aide d'une poulie, à la chape de laquelle le poids ſoit attaché, enſorte que la poulie emporte le poids, la puiſſance ne ſera que la moitié du poids, lorſque les parties des cordes ſeront paralleles. Fig. 50. pl. XLVI.

Suppoſez une poulie BF. par-deſſous laquelle paſſe une corde GFBC. enſorte que GF. & BC. ſoient paralleles, que la corde ſoit attachée fixement en G. que cette poulie porte par ſa chape un poids P. pour lors la puiſſance Q. ne ſera que la moitié du poids, & ſera ſuffiſante pour le tenir en équilibre.

Car afin que le poids P. monte d'un pied, il faut que la puissance Q. tire deux pieds de corde, & ainsi la vitesse de la puissance dans ce cas, ne doit être que la moitié du poids pour le tenir en équilibre.

Si les parties de la corde n'étoient pas paralleles, les perpendiculaires FB. FA. tirées sur les lignes de direction de la puissance & du poids, en marqueroient les raports, en disant que Q. P. : : FA. FB. cela paroit évident par les principes précédents. *Fig.* 47. *pl.* XLV.

III.

S*I une puissance soutient un poids à l'aide de plusieurs poulies, la puissance est au poids, comme l'unité est au double du nombre des poulies fixes. Fig.* 49. *pl.* XLVI.

Car supposez que le poids P. soit élevé par la puissance Q. d'un pied, il faut que chacune des cordes qui soutiennent le poids se racourcissent d'un pied, donc la puissance doit faire autant de pied qu'il y a de poulies & de cordes qui se racourcissent.

Mais il y a deux fois autant de parties de cordes, que de poulies fixes, donc la vitesse du poids est à celle de la puissance, comme l'unité est au double du nombre de ces poulies, pour pouvoir le tenir en équilibre.

AUTREMENT.

Lorsqu'une puissance soutient un poids par le moyen de plusieurs poulies, elle est telle partie du poids que l'unité est du nombre des parties de la corde appliquées aux poulies de dessous. Fig. 68. pl. XLIX.

Car si une puissance appliquée en D. soutient le poids H. par le moyen de 4 poulies BC. IK. LM. EF. dont la premiere est accrochée au point A. cette puissance D. est pour lors la quatriéme partie du poids H. parce qu'il y a quatre parties de la corde ; sçavoir, BE. KF. IL. NM. qui sont appliquées aux deux poulies de dessous EF. ML. lesquelles sont, *comme on a vû*, des leviers de la seconde espece.

Ainsi, puisque toutes les parties de la corde appliquées aux poulies de dessous, soutiennent des parties égales du poids. Il s'ensuit à cause des quatre cordes, que chacune soutient la quatriéme partie du poids, & que par conséquent la corde CD. dont la force est égale à la résistance qui se fait en B. par la pesanteur du poids, est justement chargée de la quatriéme partie du même poids, c'est-à-dire que la puissance en D. est la quatriéme partie du poids H.

IV.

CE que la puissance gagne en force quand elle meut un poids à l'aide de plusieurs poulies, elle le perd en espace de temps & de lieux. Fig. 69. pl. XLIX.

Supposez qu'une puissance appliquée en A. & tirant la corde de haut en bas vers R. fasse mouvoir les poids B. C. D. E. ou la chape PQ. à laquelle ils sont attachez de bas en haut.

Cela étant, la puissance fera beaucoup de chemin, lorsque le poids en parcourra un petit, c'est-à-dire que la puissance tirera beaucoup de corde pour faire monter tant soit peu le poids, ensorte que pour faire monter le poids d'un pied, il faut que la puissance descende de 8 pieds, parce qu'il y a 8 parties de la corde appliquées aux poulies d'en bas.

Car il arrive dans l'usage des poulies, comme dans le levier que l'espace que parcourt le poids, est à l'espace que parcourt la puissance, comme la puissance est au poids, ou comme l'unité est au double du nombre des poulies d'en bas, parce que le poids ne sçauroit être élevé d'un pied que chacune des cordes qui sont appliquées aux poulies d'en bas, ne soit racourcie aussi d'un pied; & par conséquent toutes ces

cordes de 8 pieds, parce qu'il y en a 8, ce qui ne ſçauroit arriver ſans que la puiſſance ne tire auſſi 8 pieds de corde, depuis A. vers R. ainſi ce qu'on a dit, ſe trouve vrai, que plus la puiſſance a de mouvement, plus elle a de force ; & plus elle a de force, plus elle perd en eſpaces de tems & de lieu.

Du Plan incliné.

ON appelle *plan incliné*, toute ſuperficie inclinée à l'horiſon le long de laquelle on fait mouvoir un poids ; ce plan peut toûjours être exprimé par l'hypoteneuſe AB. d'un triangle rectangle ACB. *Fig.* 53. *pl.* XLVII.

PRINCIPES GENERAUX.

I.

SI une puiſſance ſoutient un corps quelconque ſur un plan horiſontal, il ne lui faudra aucune force pour le ſoutenir, comme le cube & le globe P. *Fig.* 59. *pl.* XLVII. Mais pour peu que le plan ſoit incliné, ou le corps A ou B. gliſſera ſur le plan du

côté de la pente où il roulera. *Fig.* 59. *pl.* XLVII.

Le corps A. *glissera* lorsque la ligne de direction du centre de gravité AC. passera par la superficie dans laquelle il touche le corps, *&* *le corps* B. *roulera* lorsque cette ligne de direction BD. passera au dehors. *Fig.* 59. *pl.* XLVII.

C'est pourquoi *un corps spherique ne se meut jamais sur un plan incliné qu'en roulant*, parce que la ligne de direction de son centre de gravité tombe toûjours hors du point par lequel il touche le plan.

Dans la pratique, *l'inégalité des superficies* fait que le corps qui devroit glisser, reste souvent en repos; mais les corps qui doivent rouler roulent toûjours, parce que leur centre de gravité n'est point soutenu, comme on le verra cy-après.

II.

Si une puissance soutient un poids sur un plan incliné par une ligne de direction parallele au plan, la puissance sera au poids comme la hauteur du plan à sa longueur, c'est-à-dire, que Q. P :: AB. CB. *Fig.* 51. *pl.* XLVI.

Car si l'on suppose que la puissance Q. tire ou pousse le poids P. par une ligne de direction PQ. parallele au plan, lorsque le poids P. sera avancé de C. en A. il

ne sera éloigné du centre de la terre, que de la quantité AB. qui exprimera sa vitesse, pendant que la puissanee Q. se sera meû d'une quantité égale à AC.

Or, la puissance & le poids doivent être en raison réciproque de leurs vitesses; donc la puissance Q. sera au point P. comme la hauteur AB. du plan est à sa longueur AC. ainsi Q . P : : AB . AC.

D'où il suit que lorsque la puissance tire ou pousse le poids par une ligne de direction parallele au plan, la puissance Q. est au poids, comme le sinus AB. est au sinus total AC. *& que par conséquent la puissance est toûjours moindre que le poids.*

III.

SI deux corps P. Q. *se soutiennent mutuellement sur deux plans, diversement inclinez par des lignes* PC. CQ. *paralleles aux plans, ces corps seront entr'eux comme la longueur des plans, c'est-à dire que* P . Q : : AB . AD *Fig.* 52. *pl.* XLVI.

Car si l'on suppose que le corps P. se soit mû de B. en g. d'une quantité égale à AD. le corps Q. sera descendu de A. en D. & alors la vitesse du corps P. sera gh. qui est la quantité dont il s'est éloigné du centre de la terre, & la vitesse du corps Q. sera AE. qui est la quantité dont il s'en est ap-

proché ; *ainsi* P . Q :: AE . gh

Mais à cause des triangles semblables BAE. Bgh. AE . gh :: AB . gB = AD. donc P . Q :: AB. AD. *c'est-à-dire, que les poids sont entr'eux, comme les longueurs des plans.*

IV.

Si une puissance soutient un poids sur un plan incliné par une ligne de direction parallele à l'horison ou à la base du plan, la puissance sera au poids, comme la hauteur du plan est à sa base, c'est-à-dire, que P . Q :: AB . BC. *fig.* 55. *pl.* XLVII.

Car si l'on supose que la puissance Q. tire ou pousse le poids P. selon la ligne PS. parallele à BC. son effort sera égal à celui que feroient deux puissances, dont l'une le pousseroit selon PE. perpendiculaire au plan incliné, & l'autre selon PR. parallele au même plan, ces deux lignes étant 2 côtez d'un parallelograme, dont la ligne de direction PS. de la puissance est la diagonale.

Or, il est évident que l'effort de la puissance PE. ne contribuë en rien à mouvoir le corps le long du plan, puisqu'elle lui est perpendiculaire, & que l'effort selon PR. tend entierement à le mouvoir ; *donc l'effort selon* PR. *doit marquer tout l'effort de la puissance* Q. *pour mouvoir le poids* P.

Mais à cause des triangles semblables

PRS. ABC. PR. RS :: BA. BC. or, l'on a déja montré que si la puissance Q. tiroit ou poussoit le corps P. parallelement au plan, que Q. seroit à P. comme la hauteur BA. seroit à la longueur AC. *donc la puissance tirant parallelement à la base* P. Q :: AB. BC.

D'où il suit que dans ce cas la puissance est au poids, comme le sinus de l'angle d'inclinaison du plan est au sinus de son complement, & qu'ainsi la puissance est égale au poids lorsque l'inclinaison du plan est de 45 degrez, qu'elle est moindre lorsque l'inclinaison est moindre de 45 degrez ; & enfin qu'elle est plus grande que le poids lorsque l'inclinaison est plus grande que 45 degrez.

V.

S*I deux poids* P. Q. *se soutiennent mutuellement sur deux plans diversement inclinez par des lignes de direction* PCQ. *paralleles aux bases, ces deux poids seront entr'eux comme les longueurs* BE. BD. *des bases* ; *donc* P. Q :: BE. ED. *fig.* 57. *pl.* XLVII.

La démonstration est évidente par les deux dernieres proposition.

VI.

S*I une puissance soutient un poids par une ligne de direction qui fasse tel angle que l'on voudroit avec le plan, la puissance sera au poids comme le sinus de l'angle d'inclinaison est au sinus du complement de l'angle de fraction* QDA. *fig.* 56. *pl.* XLVII.

Soit une puissance Q. ou q. qui tire ou pousse le corps P. le long du plan AC. par la ligne PQ qui étant prolongée, rencontre le plan en F. l'effort de cette puissance égale, sera à l'effort des deux autres; donc l'une pousseroit le corps de P. en R. parallelement au plan, & l'autre de P. en S. perpendiculairement au même plan.

Mais l'effort de la puissance, selon PS. ne contribuëroit en rien à mouvoir le corps le long du plan; donc il ne reste que l'effort selon PR.

Ainsi l'effort de la puissance, lorsqu'elle tire par une ligne parallele au plan, est à l'effort de la même puissance, lorsqu'elle tire par une ligne qui fait un angle quelconque avec le plan PQR. c'est-à-dire, comme au sinus de l'angle PQR. qui est le complement de l'angle de fraction QDA.

Mais lorsque la puissance tire par une ligne parallele au plan, comme PR. la puissance est au poids, comme le sinus de l'an-

gle d'inclinaison est au sinus total : *donc la puissance* (tirant par une ligne qui fasse un angle quelconque avec le plan) *sera au poids, comme le sinus de l'angle d'inclinaison est au sinus du complement de l'angle de fraction.*

L'on conclura des propositions précédentes, qu'il est plus facile de faire monter un corps le long d'un plan incliné, en le tirant ou poussant parallelement au plan, que par quelqu'autre direction que ce soit.

C'est pourquoi l'on conclura par ce principe que les essieux des charettes doivent être toûjours à la hauteur du poitral des chevaux qui les tirent, afin qu'ils ayent plus de force.

PROBLEMES.

I.

L'Inclinaison d'un plan, & un poids étant donnez trouver la puissance capable de le mouvoir sur un plan incliné, par une ligne de direction parallele au plan.

Suposez un plan incliné AC. de 25 degrez, & le poids P. de 10000 livres pour résoudre ce problême, faites cette analogie.

Comme le sinus total 100000 est au sinus de AB. 25 degrez 42262, ainsi le poids P. de 10000 sera à la puissance Q. que l'on cherche qui sera 4226 : car par cette proportion 100000. 42262 :: 10000. 4226.

II.

Un poids & l'inclinaison d'un plan étant donnez, trouver le nombre des chevaux capables de le faire monter sur ce plan, les chevaux tirant par telle ligne de direction que l'on voudra.

Cherchez d'abord par les problêmes précédens la puissance nécessaire pour mouvoir ce corps, & divisez ensuite le produit de cette puissance par 175, qui est la force qu'un cheval a pour tirer, *& le quotien sera le nombre des chevaux que l'on veut connoître capables de tirer le poids proposé.*

Du Coin.

Le Coin n'est autre chose qu'un plan incliné ABC. que l'on pousse sous les corps pour les élever d'une petite quantité, comme sont ceux que l'on met sous les canons pour les diriger vers le lieu où l'on veut tirer. *Fig.* 54. *pl.* XLVII.

On peut écarter les corps & les fendre comme ceux dont on se sert pour fendre le bois & les pierres ; mais l'effort du choc, c'est-à dire, des coups violens que l'on donne sur les têtes BC. de ces coins, contribuë beaucoup à l'effet qu'ils produisent, ce que nous n'éxaminerons point ici.

PRINCIPE.

S*I une puissance* Q. *soutient un poids à l'aide d'un coin, la puissance sera au poids, comme la longueur du coin est à sa hauteur, c'est-à-dire, que* P. Q : : CA. CB. *Fig.* 53. *pl.* XLVII.

Car supposez le poids P. retenu par une corde FP. si la puissance Q. pousse le coin ensorte que sa hauteur CB. soit parvenuë jusqu'à cb. pour lors le poids se sera élevé d'une quantité PP. égale à cb. pendant que la puissance se sera muë de la quantité CA. ou ca. qui est la longueur du coin ; donc P. Q. comme CA. à CB. ou son égale cb.

D'où il suit que plus la hauteur du coin est petite, & plus il a de force, de sorte que si BC. ou bc. n'est que la centiéme partie de la longueur CA. une puissance d'une livre fera par son moyen un effort de 100 livres.

REMARQUE.

C'Est à cette sorte de coins que l'on peut attribuer la proprieté que certaines liqueurs ont à dissoudre les corps les plus durs, comme les meteaux; les petites parties de ces liquides sont autant de petits coins, dont les pointes de quelques-uns s'engagent entre les parties des corps durs, & y sont poussées par le mouvement des autres parties du fluide; c'est pourquoi en augmentant par la châleur les mouvemens des parties des fluides d'un liquide, on augmente aussi la facilité qu'il a de dissoudre.

De la Vis.

LA VIS n'est autre chose qu'un cilindre creusé CD. en ligne sphériale ou sphérique, qui entre dans une autre sphériale semblable, creusée dans un corps que l'on nomme *écrou*, comme EF. *Fig.* 61. *pl.* XLVII.

Si l'écrou est fixe, comme XX. *Fig.* 65. *pl.* XLVIII. en tournant la vis, on le fait avancer, & si c'est la vis qui soit immobile, comme CD. *Fig.* 60. 61. *pl.* XLVII.

on fait avancer l'écrou EF.

Ordinairement la vis est muë par le moyen d'un bras ou levier AB. engagé dans sa tête, qui sert aussi à augmenter la force. *Fig. 61. pl.* XLVII.

Il y a encore une autre sorte de vis ED. qui n'entre point dans un écrou, mais qui est muë par une manivelle A. ou par une rouë dentée, dont les dents glissent le long des pas de la vis ; on la nomme *vis sans fin*, comme on le voit *dans les deux figures 63. & 64. pl.* XLVIII.

Les pas d'une vis, sont les distances d'une parallele à l'autre le long de la vis, ou bien toutes les lignes circulaires ou spheriale qui la composent, *comme* GH. *Fig. 61. pl.* XLVII. *&* *64. pl.* XLVIII.

Dans la vis, on doit beaucoup avoir égard aux *frottemens* qui y sont très-considérables, qui retardent la vitesse & font diminuer la force.

PRINCIPE.

Dans une vis, quelconque, la puissance est au poids, comme la hauteur d'un pas de la vis est à la circonférence d'un cercle que décrit la puissance appliquée au levier, par le moyen duquel on le meut.

Car il est évident qu'à chaque tour que la puissance fait, le poids ou ce

qui tient lieu de poids se meut de la quantité de la hauteur d'un pas de la vis. *Donc la puissance doit être au poids, comme la vitesse du poids* (qui est la hauteur du pas de la vis) *est à la circonférence du cercle qu'elle décrit.*

D'où il suit, 1°. Que plus les pas de la vis sont serrez, plus la puissance a de force.

2°. Que plus on fait le levier AB. long, plus on augmente la puissance. *Fig. 61. pl.* XLVII.

Application du principe précédent à la pratique.

SOit IF. *l'axe de la vis* d'un pressoir, dont la distance des pas est de 3 pouces ; son écrou x x. *est immobile* à cette vis, qui est attachée fixement à une roue, dont les rayons GH. *sont de 6 pieds ou 72 pouces. Fig. 66. pl.* XLVIII.

A la circonférence de cette roue, est attachée un cable qui se développe sur le cilindre DF. *qui a 6 pouces de rayon*, & ce cilindre est mû par le moyen des leviers AB. de 8 *pieds ou 96 pouces.* Supposez dans ce cas que la puissance en A. soit de 100

livres, l'on demande quel est le poids ou l'effort de la vis sur le corps Y.

1°. Supposez dabord que la difficulté de faire tourner la roue, tienne lieu d'un poids P. qui s'applique par le moyen de la corde KH. au cilindre DE. la puissance est appliquée à l'extrêmité du levier en A. donc la puissance A. est au poids, comme le rayon du cilindre CD. de 6 pouces est à la longueur BA. du levier 96 pouces, ce qui donne la proportion suivante.

100 l. 1600 l. :: 6 pouc. 96 pouc.

C'est-à-dire, que la corde fera sur la circonférence de la roue P. un effort de 1600 livres.

2°. Si l'on conçoit donc qu'une puissance de 1600 livres fasse un effort contre la roue, par une direction tangente à la roue, l'on trouvera que la puissance en H. est au poids ou à l'effort qui se fait sur l'apui Y. de la vis, comme la hauteur d'un pas de la vis est à la circonférence de la roue, c'est-à-dire, que 1600 livres sera à 25137 livres, comme 3 pouces à $452 \frac{4}{7}$ pouces.

Ainsi l'on connoîtra qu'une puissance appliquée en A. de 100 livres, qui est la force de 4 hommes qui poussent au levier, feront sur le corps Y. que l'ont veut presser un effort de 25137 livres.

REMARQUE.

ON peut encore presser un corps sans le secours de la vis ni de la roue, comme on le pratique dans les presses ou pressoirs, dont on se sert pour imprimer en taille-douce. *Fig. 62. pl.* XLVIII.

Car par la représentation de la machine ou presse *62. pl.* XLVIII. l'on voit qu'un corps seroit pressé par les deux cilindres E. F. si on le posoit dessus la planche D. qui le doit supporter : car si une puissance ou un homme faisoit tourner les leviers K, attaché au cilindre E. extérieurement à la presse, il feroit tourner en même tems le cilindre E. & ce cilindre en tournant feroit passer la planche D. du côté opposé à sa ligne de direction, ensorte que le rouleau ou cilindre de dessous F. tourneroit aussi.

Ces presses ont ordinairement 5 pieds de *hauteur* AB. 2 pieds $\frac{1}{2}$ de *largeur* AC. ou GH. Leurs *rouleaux* peuvent avoir 6 à 8 pouces de *diametre* pour celui de dessus E. & 6 pouces *pour celui de dessous* F. les *bras du levier* K. peuvent avoir 2 pieds de longueur, & quelque fois plus, selon la hateur de la presse : car plus ils sont longs, plus l'homme a de force pour faire tourner les 2 cilindres EF. *qui ne doivent être éloignés l'un de*

l'autre que de l'épaisseur de la planche D. qu'on veut faire presser entre deux.

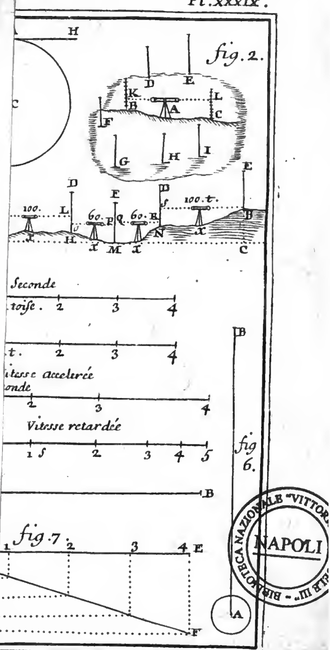
L'on met aussi une ou plusieurs piéces de drap blanc audessus du papier posé sur la planche de cuivre qu'on veut imprimer, afin que le rouleau E. n'emporte point le papier par son frottement, & que l'impression de l'estampe puisse être plus parfaite.

La hauteur IL. ne doit être que la moitié de la hauteur totale AB. c'est-à-dire, de 2 pieds $\frac{1}{2}$; quelque fois on fait passer la planche D. dans deux coulisses G. H. ou bien simplement entre les deux rouleaux ou cilindres E. F. mais l'une & l'autre maniére sont également bonnes.

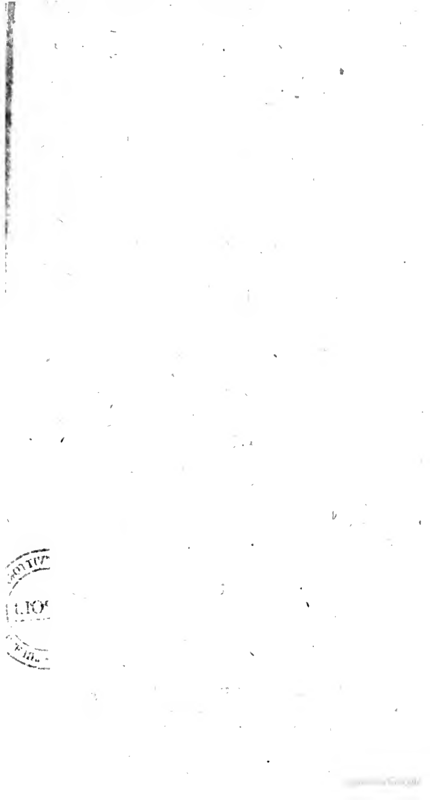
La vis sans fin, peut s'appliquer, non-seulement aux presses. *fig.* 60. *pl.* XL. aux pressoirs. *fig.* 64. *pl.* XLVIII. aux tournebroches. *fig.* 63. *pl.* XLVIII. mais même à une infinité d'autres machines, qu'il seroit trop long de raporter icy.

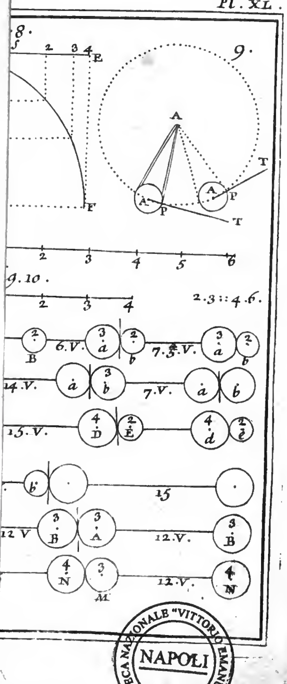


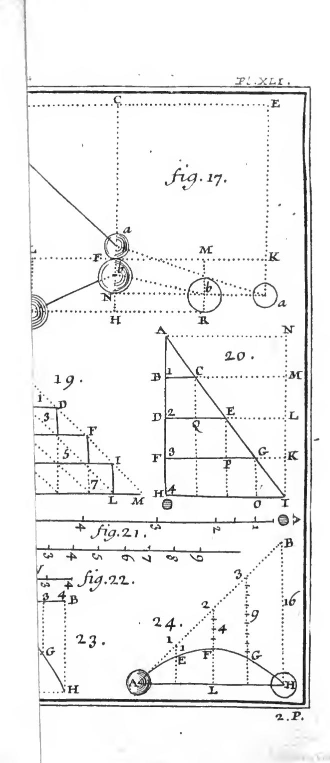
Pl. XXXIX.



H
fig. 2.
D
E
K
L
B
A
C
F
G
H
I
C
D
E
D
E
100.
L
60.
P
Q
60.
R
100. t.
B
H
x
M
x
N
x
C
Seconde
toise. 2
3
4
t. 2
3
4
Vitesse accelerée
onde
2
3
4
Vitesse retardée
1
2
3
4
5
B
B
fig 6.
fig. 7
1
2
3
4
E
F
A

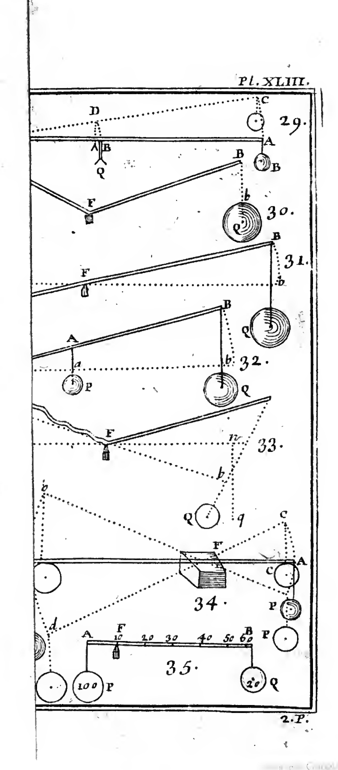



8.
5
2
3
4
E
F
9.
A
A
P
T
A
P
T
2
3
4
5
6
9.10.
2
3
4
2.3 :: 4.6.
2
B
6.V.
3
a
2
b
7.3.V.
3
a
2
b
14.V.
a
3
b
7.V.
a
b
15.V.
4
D
2
E
4
d
2
e
b
15
12 V
3
B
3
A
12.V.
3
B
4
N
3
M
12.V.
4
N


fig. 17.
C
E
a
F
M
K
b
N
a
H
R
A
N
20.
19.
B
1
C
M
D
2
E
L
Q
F
3
G
K
P
H
4
O
I
L
M
fig. 21.
fig. 22.
B
3
16
2
9
24.
4
1
23.
G
E
F
G
A
L
H
H

25.

6.


D
C
29.
A
B
Q
B
B
b
F
30.
Q
B
31.
F
b
Q
B
A
a
b
32.
P
Q
F
n
33.
b
Q
q
b
C
F
A
C
34.
P
d
A
F
B
10
20
30
40
50
60
P
35.
100
P
20
Q

Pl. XLIV.

36.

37.

38.

39.

40.

41.

25. pi.

1500.

1500.

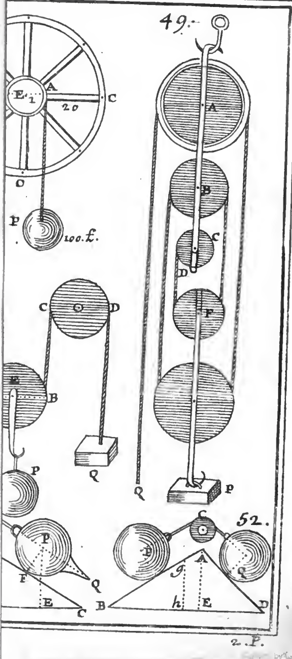
2. P.

fig. 42

43

45.

47.


49.
A
B
C
D
F
Q
P
E
1
A
20
C
O
P
100. £.
C
O
D
E
B
Q
P
P
F
Q
E
C
C
52.
P
A
g
Q
B
h
E
D

55

56

59

61

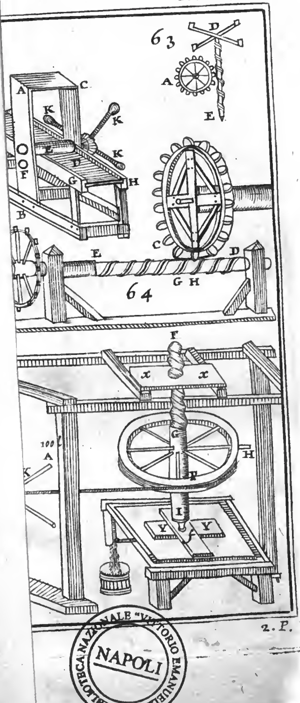

63
D
A
E
A
C
K
K
K
E
D
F
G
H
B
C
D
E
G H
64
F
x
x
100
A
K
G
H
I
Y
Y

fig. 66.

67.

68.

69.



71. C

A C B F
D 72. E E

D
C A
3.

74.
A D B
C

75.
D F
A K C L H B
G I E

F L D
L C K I A
I G
77.
C B
A

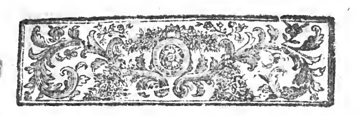
A O I H B
G C F
D 79. E

B
F
E

B
G
80. E

A
D 81.
G C B
F E

A C F B
82.



ARTICLE VII.

De l'Hydraulique.



'HYDRAULIQUE est une partie des Mécaniques, qui enseigne à connoître le mouvement les proprietez & la conduite des eaux.

L'on a appellé *corps fluides*, ceux dont les parties se divisent, & qui étant divisées, se réünissent comme celles de l'eau, &c.

La facilité que les corps fluides ont à être divisez, vient de ce que les petites parties qui les composent, sont entretenuës en mouvement par une matiere subtile, qui remplit les intervalles que leurs parties laissent entr'elles ; c'est pourquoi si on pouvoit chasser cette matiere subtile d'entre les parties d'un corps fluide, ou si le mouvement de cette matiere venoit à cesser ou à diminuer considérablement, ce corps fluide deviendroit un corps dur, comme il arrive à l'eau lorsqu'elle se gelle; par la

même raiſon, ſi l'on introduiſoit entre les parties des corps durs une matiere étrangere qui ſe meut avec beaucoup de viteſſe, elle pourroit mettre les parties de ce corps en mouvement & en faire un corps fluide, comme il arrive aux meteaux que l'on fond, & même aux cendres & aux cailloux que l'on réduit en verre.

Ces corps fluides peuvent être ſans reſſort, ou à reſſort, lorſque par la compreſſion on enchaſſe la matiere qui tenoit leurs parties écartées; mais auſſi-tôt que la compreſſion ceſſe ou diminuë, la matiere qui en avoit été chaſſée, rentrant entre les parties du corps, lui rend ſon premier volume, ce qui eſt fort ſenſible dans l'air, comme on l'exprimera dans la ſuite.

Les fluides au contraire, qui ne peuvent pas être réduits par la compreſſion à un moindre volume, ſont ſans reſſort ſenſible, comme l'eau & la plûpart des autres liquides.

Le mouvement des corps fluides peut être conſidéré par raport à leur peſanteur, à leur reſſort & à leur choc.



SECTION



SECTION PREMIERE.

Du mouvement des corps fluides considérez par leurs pesanteurs.

PRINCIPES GENERAUX.

I.

Lorsqu'un corps fluide est contenu dans un vaisseau, sa surface superieure se met de niveau.

Car supposez que ce fluide soit contenu dans un vaisseau cylindrique ou prismatique AB. CD. si l'on supose toute la superficie de ce fluide divisée en parties égales, & que l'on imagine des plans perpendiculaires à l'horison, tirez par toutes ces divisions, ce corps sera divisé en autant de colomnes qu'il y a de divisions dans la superficie, lesquelles ayant des hauteurs & des bases égales, peseront également : donc elles tendront avec des forces égales vers le centre de la terre ; par conséquent

la surface supérieure AB. sera de niveau ; ou ce qui est la même chose, elle aura les points également distants du centre de la terre. *Fig.* 88. *pl.* LI.

II.

SI le fluide étoit contenu dans un tuyau recourbé, les superficies de ces deux branches seroient encore de niveau.

Car, 1°. Si les branches de ce tuyau AXB. sont d'égales grosseurs ; le fluide contenu dans la branche AX. pesera autant que le fluide contenu dans la branche AXB. & tendront par conséquent avec des forces égales au centre de la terre ; ainsi l'une ne forcera pas l'autre, & leurs superficies AB. seront de niveau. *Fig.* 89. *pl.* LI.

Autrement, si on supose que la superficie A. descende de A. en C. il faudra que B. monte de B. en E. égale à AC. les tuyeaux sont d'égales grosseurs dans la quantité de mouvement du fluide ; donc la branche A. est égale à celle de B. ainsi ils sont en équilibre, & leur superficie AB, sont de niveau.

2°. Si un tuyau GYH. avoit les branches inégales, les superficies GH. du fluide seroient encore de niveau : car si l'on supose que la plus grosse branche soit qua-

druple de la plus petite, & que la liqueur descende de G. en I. qu'on supose d'un pouce, il faudra qu'elle monte dans la petite branche de H. en M. de 4 pouces; ainsi leurs vitesses seront réciproques à leurs masses, & par conséquent l'une ne forcera point l'autre, & elles demeureront de niveau. *Fig.* 90. *pl.* LI.

Car la liqueur contenuë dans le tuyau incliné OV. ne pese pas plus que si elle étoit connuë dans le tuyau vertical OQ. puisque la liqueur descendant de O. en V. elle ne s'approche du centre de la terre, vers laquelle sa pesanteur la pousse, que de la quantité OQ. ainsi étant démontré que dans le tuyau recourbé IVQO. la liqueur se met de niveau, elle s'y mettra donc aussi dans le tuyau incliné NVO. *Fig.* 91. *pl.* LI.

III.

ON ne doit pas tant considérer la pesanteur de l'eau par raport à sa quantité, que par raport à sa hauteur.

Par exemple, si un vase AB. qui est beaucoup plus large par le bas B. que par le haut A. est rempli d'eau, le fond de ce vase B. sera autant pressé par l'eau du vase, que si le vase étoit d'égale largeur par le haut & par le bas. *Fig.* 92. *pl.* LI.

Ainsi le vase AB. étant ouvert par le fond B. si l'on y appliquoit une vessie qui fut attachée autour du bord inférieur lorsque le vase seroit rempli d'eau, la vessie s'enfleroit un peu, & si l'on vouloit la relever avec une petite planche jusques contre le bord inférieur du vase, il y faudroit employer une force égale à celle qui pourroit porter la quantité d'eau qui seroit contenuë dans un cilindre, dont la largeur seroit égale à l'ouverture inférieure B. du vase, & la hauteur la même AB. que celle du vase.

Par la même raison, si l'on ajuste à un tonneau rempli d'eau un petit tuyau, qui étant haut de 15 ou 20 pieds, ne contienne qu'une pinte d'eau environ, qui pese deux livres; ce petit tuyau étant rempli d'eau, le tonneau jettera les fonds, comme s'ils étoient chargez de la quantité d'eau qui pourroit contenir dans un cilindre de la même grosseur que le tonneau, & de 15 ou 20 pieds de haut.

C'est aussi par cette même raison que le vaisseau DE. qui est fort large par le haut E. & fort étroit par le bas D. étant rempli d'eau, le fond D. n'est pas plus chargé ou pressé par l'eau du vaisseau, que si ce n'étoit qu'un cilindre DF. plein d'eau de la hauteur du vase DE. & de la largueur du fond D. *Fig. 93. pl.* LI.

Enfin si l'on joint ces deux vaisseaux AB. DE. par un tuyau CD. lorsqu'ils seront remplis d'eau, elle s'y mettra à même hauteur ou de niveau, quoique l'un soit fort large par le bas, & étroit par le haut, & que l'autre au contraire soit fort large par le haut & fort étroit par le bas. *F.93. pl.*LI.

Il en est de même du tuyau recourbé en siphon ABDE. dont la partie AB. est fort étroite, & l'autre DE. fort large, & même inclinée si l'on veut; car l'eau se tiendra à égale hauteur dans les deux tuyaux. *Fig.* 94. *pl.* LI.

REMARQUE.

LE *siphon* est un tuyau recourbé, comme ABE. dont l'une des jambes BE. est plus longue que l'autre AB. ayant rempli le tuyau plein d'eau; si l'on met le bout de la jambe la plus courte AB. dans un vase plein d'eau, & qu'en même-tems on ouvre le bout E. de la plus longue, l'eau du vase coulera par l'ouverture E. jusqu'à ce qu'elle soit parvenue à la hauteur de l'ouverture A. de la plus courte jambe du siphon. *Fig.* 95. *pl.* LI.

Il faut encore remarquer que la même chose arrivera toûjours de quelle grandeur que soit le siphon, pourvû que la courbure du haut du siphon ne surpasse pas 30 pieds environ au-dessus de la superficie de l'eau

du vaſe ; car alors l'eau du vaſe ne pourroit pas couler par le tuyau, à cauſe d'un vuide qui ſe feroit dans le haut du tuyau, quand même les deux bouts ſeroient plongez dans l'eau.

IV.

SI l'on met dans deux vaiſſeaux qui ſe communiquent des liqueurs de différente peſanteur, leurs hauteurs perpendiculaires dans ces vaiſſeaux, ſeront entr'elles en raiſon réciproques des peſanteurs ſpécifiques de ces liqueurs.

Car ſupoſez un tuyau recourbé, comme XYZ. ou XYV. ſi l'on verſe par exemple du mercure par la branche X. il ſe mettra de niveau dans l'autre branche Z. ou V. ſi l'on verſe de l'eau juſqu'en F. il eſt évident que le mercure deſcendra dans la branche en D. & montera dans la branche en X. comme juſqu'en E. enſorte que la colomne EY. ſera en équilibre avec FY. *Fig.* 96. *pl.* LI.

Tirez une ligne horiſontale CD. par le point où l'eau touche le mercure, celui qui eſt en CY. ſera en équilibre avec celui qui eſt contenu en EC. donc le poids de l'eau eſt au poids du mercure, comme EC. eſt à DF. *donc ces deux liqueurs ſeront entr'elles en raiſon réciproques de leurs hauteurs.*

On peut prouver la même choſe de tout autre liquide.

V.

Si un corps dur est mis dans un fluide, ou ce corps est de même pesanteur qu'un volume égal de ce fluide, ou il est plus pesant, ou enfin plus leger.

1°. Si ce corps dur est mis dans un fluide de même pesanteur spécifiques, il demeurera entierement plongé dans ce fluide à quelque hauteur qu'il se trouve.

Car supposant un corps P. dans un vaisseau plein d'eau, & que ce corps pese autant que le volume dont il occupe la place, il est évident qu'il s'enfoncera entierement, autrement la colomne dans laquelle il seroit peseroit plus que les volumes voisins, ainsi elles les souleveroit ; ou bien lorsque ce corps sera entierement plongé dans le fluide, la colomne QR. dans laquelle ce corps se trouve, ne pesera ni plus ni moins que les colomnes voisines QI. MR. donc les colomnes n'agiront point contre ce corps, & par conséquent il demeurera dans le lieu où il se trouvera. *Fig.* 98. *pl.* LII.

2°. *Si ce corps pese plus que le volume d'eau dont il occupe la place, il ira au fond du vaisseau.*

Car la colomne ED. dans laquelle se trouve un cops P. pese plus que les colom-

nes voisines FG. EH. de la quantité, dont le corps pese plus que le volume d'eau dont il occupe la place, & par conséquent elle tombera avec plus de force vers le centre de la terre, & les soulevera jusqu'à ce que ce cops P. touche le fond du vaisseau, qui soutenant alors l'excès du poids sur le volume d'eau dont il occupe la place, la superficie supérieure A. B. se mettra de niveau.

D'où il suit *qu'une puissance* T. *capable de soutenir ce corps* P. *en tel endroit de l'eau que l'on voudra, pourvû qu'il y soit entierement plongé, est égale à la différence de son poids, au poids d'un volume d'eau égale à celui de ce corps*; ainsi si le poids pese le double de l'eau, il faudra une puissance égale à la moitié de son poids pour soutenir le corps, *c'est pourquoi l'on peut aisément élever un poids depuis le fond de l'eau jusqu'à sa superficie, quoiqu'on ne puisse le tirer hors de l'eau.*

3°. Si le corps dur P. pese moins que le volume d'eau, ou de la liqueur dont il occupe la place, il ne s'enfoncera pas entierement dans cette liqueur, ainsi une petite hauteur de la même liqueur sera capable de le soutenir, d'où il suit qu'une liqueur dont la gravité specifique est moindre que celle d'une autre liqueur doit demeurer au-dessus sans se mêler, si on la verse dou-

cement, ſur tout lorſquelle ſera ſenſiblement plus legere que cette autre liqueur, comme l'huile à l'égard de l'eau, & l'eau à l'égard du mercure.

REMARQUE.

IL arrive ſouvent qu'un corps dur, comme une piece de bois moins peſante que le volume d'eau dont elle occupe la place, après avoir long tems nagé ſur la ſurface de l'eau, ne laiſſe pas que de s'y enfoncer juſqu'au fond ; mais on obſervera icy, que pour lors l'eau s'étant peu à peu inſinuée dans les pores de la piece de bois, dont elle chaſſe l'air pour en prendre la place étant mêlée avec le bois, compoſe un tout dont la peſanteur peut ſurpaſſer celle du volume d'eau qu'elle occupe, ce qui doit la faire couler à fond.

On ne s'étonnera donc point de ce que les oiſeaux volent en l'air, quoiqu'ils ſoient plus peſants que l'air, & que les hommes nagent dans l'eau, quoique leur peſanteur ſpecique ſoit plus grande que celle de l'eau, parce que les oiſeaux en battant l'air avec leurs aîles, & les hommes l'eau avec leurs bras & leurs jambes, deviennent plus legers & moins peſants, parce que leur mouvement ſe fait horiſontalement, outre que celui qu'ils donnent à la

liqueur, fait que cette liqueur les presse plus par-dessous, qu'elle n'est pressée.

Le principe précédent conduit naturellement aux problêmes suivants, & exige que l'on fasse voir ici la proportion specifique qui se trouve entre les gravitez specifiques de plusieurs différentes liqueurs, & que l'on donne aussi quelque table pour trouver tout d'un coup la pesanteur specifique des meteaux selon un volume connu, par où l'on puisse connoître la différence qu'il y a entre la gravité de l'un & celle d'un autre.

I. PROBLEME.

Pour trouver la proportion specifique qui est entre les gravitez specifiques de plusieurs différentes liqueurs.

Prenez un long canal de verre AB. dont l'extrémité A. soit fermée *hermetiquement*, c'est à-dire par sa propre matiere fonduë par le moyen d'une lampe dont se servent les Emailleurs, & appliquez à son extrémité B. la bouteille C. pleine d'air communiquant au canal AB. ensorte que la figure ABC. represente une phiole, dont le col AB. soit divisé en certain nombre de parties égales, ou degrez servant à connoître de combien une liqueur est plus pesante qu'une autre. *Fig. 99. pl.* LII.

Si l'on plonge la phiole AC. dans le vaisseau plein de liqueur FGHIK. en la chargeant en A. d'un petit poids connu, ou ce qui est meilleur en lui ajoutant en-dessous une petite bouteille D. où il y ait du vif argent, qui est la liqueur la plus pesante de toutes, comme l'air qui est contenu dans la phiole AC. est aussi la liqueur la plus légere.

Ou bien encore au lieu de vif argent on peut accrocher au-dessous un petit poids comme E. qui servira par sa pesanteur à faire descendre cette phiole perpendiculairement, & la fera enfoncer dans la liqueur plus ou moins, selon que cette liqueur sera plus ou moins pesante, pour lors la proportion se connoîtra par le nombre des degrez ou parties égales du canal AB. qui s'enfonceront dans la liqueur. Ce probleme se peut aussi résoudre par le moyen du suivant.

II. Probleme.

Pour connoître la raison qui est entre la gravité specifique d'une liqueur, & celle d'un solide plus pesant que cette liqueur.

Pour trouver la raison qui est entre la pesanteur specifique d'un métal, & celle d'une liqueur, il faut peser dans l'air avec des justes balances une piece de ce métal, dont la pesanteur sera supposée de 10 liv.

& ayant attaché la même piéce de métal à l'un des bassins de la balance avec un filet de soye ou de crin de cheval, il faut la peser dans la liqueur proposée, ensorte que cette piéce de métal soit entierement couverte par cette liqueur, sans que le bassin de la balance touche ladite liqueur.

Pour lors si la pesanteur de cette piece de métal se trouve par exemple de 9. liv. qui est une livre moins que celle qui a été trouvée dans l'air, cette différence d'une livre fait connoître qu'un volume de la liqueur proposée, égal à celui du métal, ne pese qu'une livre, & que par conséquent dans cet exemple le metal pese dix fois plus que la liqueur proposée.

C'est sur de pareilles expériences que l'on a trouvé que l'*or* pert dans l'eau environ la dix-neuviéme partie de son poids; le *mercure* la quinziéme; le *plomb* la douziéme; l'*argent* la dixiéme; le *cuivre* la neuviéme; le *fer* la huitiéme, & l'*estain* la septiéme, & un peu plus, étant certain que tout corps pese moins dans l'eau, à proportion de l'eau dont il occupe la place, de sorte que si cette eau pese une livre, il pesera une livre moins qu'il ne faisoit hors de l'eau, tant parce que l'eau étant difficile à diviser, supporte davantage, que parce qu'étant mise hors de sa-

place, elle tâche de se répandre, & presse à proportion de sa pesanteur les autres parties de l'eau qui environnent le corps proposé.

C'est aussi de cette façon que l'on a trouvé qu'en prenant de l'eau & du métal de pareille grosseur, si l'eau pese 10 livres, l'estain en pesera 75, le fer presque 81 livres, le cuivre 91 livres, l'argent 104 l. le plomb 116 $\frac{1}{2}$ liv. le mercure 150 liv. & l'or 187 $\frac{1}{2}$. Cette proportion se connoîtra mieux dans la table suivante.

REMARQUE.

ON tire aisément de ces problêmes la proportion qui est entre les pesanteurs spécifiques des liqueurs & des métaux & aussi des liqueurs entre elles & celles des liqueurs de même espece qui ont quelque différence.

Car si l'on connoît la proportion d'une liqueur avec quelques métaux, on connoîtra la proportion de ces métaux, & pareillement si l'on sçait la proportion d'un métal avec quelques liqueurs, on connoîtra la proportion de ces liqueurs, comme si l'on sçait que la pesanteur de l'eau douce est à celle de l'or, comme 1. est à 19. & à celle du plomb, comme 1. est à 11. on conclura que la gravité spécifique de l'or est à celle du plomb, comme 19. est à 11.

Pareillement si l'on sçait que la pesanteur de l'or est à celle de l'eau douce, comme 19. est à 1. & à celle du mercure, comme 19. est à 14; on conclura que la pesanteur spécifique de l'eau douce est à celle du mercure, comme 1. est à 14.

C'est ainsi que l'on a construit la table suivante, qui montre en nombres les proportions des pesanteurs des méteaux, des liqueurs, de la pierre sous un même volume; ainsi l'on voit qu'un certain volume d'or pesant 100 livres, un pareil volume de mercure en pesera 71 livres $\frac{1}{2}$, & qu'un égal volume de saturne ou de plomb en pesera 60 livres $\frac{1}{2}$.

TABLE

De la pesanteur des métaux ou matieres sous un égal volume.

Matieres d'un volume égal.	pesanteurs en livres
Or pur	100 livres.
Mercure	71 $\frac{1}{2}$
Plomb	60 $\frac{1}{2}$
Argent	54 $\frac{1}{2}$
Cuivre	74 $\frac{1}{2}$

Matieres.	Livres.
Leton	45
Fer commun	42
Etain commun	39
Etain pur	$38\frac{1}{2}$
Aimant	26
Marbre	21
Pierre	14
Cristal	$12\frac{1}{2}$
Eau	$5\frac{2}{3}$
Vin	$5\frac{1}{4}$
Cire	5
Huile	$4\frac{3}{4}$

C'est icy qu'on supute de la même façon cette autre table, où l'on voit la pesanteur d'un pied cube, & d'un pouce cube de plusieurs corps différens, où l'on prendra garde que la *livre* vaut 2 *marcs* ou 16 onces, le *marc* 8 onces, l'*once* 8 gros, le *gros* 3 deniers ou 72 grains, le *denier* 2 mailles ou 24 grains, & la *maille* 12 grains.



TABLE

De la pesanteur de plusieurs corps d'un pied cube & d'un pouce cube de volume.

	poids d'un pied cube.		poids d'un pou. cube.		
matieres.	*liv.*	*onc.*	*onc.*	*gros.*	*gr.*
Or	1326	4	12	2	17
Mercure	946	10	8	6	8
Plomb	802	2	7	3	30
Argent	720	12	6	5	28
Cuivre	627	12	5	6	36
Fer	558	0	5	1	24
Etain	516	2	4	6	17
Marbre blanc	188	12	1	6	0
Pierre de taille	139	8	1	2	24
Eau de Seine	69	12	0	5	12
Vin	68	6	0	5	5
Cire	66	4	0	4	65
Huile	64	0	0	4	43
Chêne sec	58	4	0	4	22
Noyer	41	12	0	3	6

REMARQUE.

QUand on a une fois connu la pesanteur spécifique d'un pied cubique de quelque corps, il est aisé de connoître celle d'un pouce cubique du même corps ; sçavoir, en divisant la pesanteur connue d'un pied cubique par 1728, parce qu'un pied cube à 1728 pouces cubes.

Ainsi sçachant qu'un pied cube d'or pur pese 1326 livres 4 onces, en divisant cette pesanteur par 1728, le quotien donnera 12 onces 2 gros 17 grains pour la pesanteur d'un pouce cubique d'or.

Et réciproquement si l'on connoît la pesanteur d'un pouce cube de quelque corps, on connoîtra aussi celle d'un pied cubique de la même matiere, en multipliant cette pesanteur par 1728 ; ainsi parce qu'un pouce cube de plomb pese 7 onces 3 gros & 30 grains, si l'on multiplie cette pesanteur par 1728, on aura 802 liv. 2 onc. pour la pesanteur d'un pied cube de plomb.

La table précédente peut servir à la construction de la suivante, qui montre la pesanteur d'un pied cilindrique de plusieurs corps différens.

On entend par *un pied cilindrique*, un cilindre d'un pied de diametre pour base & d'un pied de hauteur, & l'on entend aussi par *pouce cilindrique*, un cilindre plus petit

d'un pouce de diametre pour base, & d'un pouce de hauteur.

On construit la table qui suit, en multipliant la pesanteur de chaque corps, que l'on trouve dans la table précédente toûjours par 11, & en divisant le produit toûjours par 14 ; mais pour l'avoir plus juste, il faut faire la multiplication toûjours par 785, & la division toûjours par 100 ; ainsi cette table sert à trouver la solidité d'un corps cilindrique dont on connoît la hauteur & le diametre de sa base ; car si l'on multiplie le quarré de ce diametre par la hauteur, & le produit par la pesanteur marquée dans ladite table, on aura celle du cilindre proposé.

TABLE

Poids d'un pied cubique.			Poids d'un pou. cubique.		
Matieres.	*liv.*	*onc.*	*onc.*	*gros.*	*grains.*
Or pur	1042	1	7	1	65
Mercure	743	12	5	1	23
Plomb	630	4	4	3	1
Argent	566	9	3	7	35
Cuivre	499	3	3	3	29
Fer	438	7	3	0	25
Etain	405	8	2	6	38

Matieres.	*liv.*	*onc.*	*onc.*	*gros.*	*grains.*
Marbre blanc	148	5	1	3	0
Pierre de taille	109	10	1	0	8
Eau de ſeine	54	13	0	3	3
Vin	53	11	0	2	70
Cire	52	1	0	2	65
Huile	50	4	0	2	51
Chêne ſec	45	7	0	3	27
Noyer	33	3	0	2	30

III. Probleme.

Pour trouver la charge que peut porter un vaiſſeau ſur l'eau de la mer ou d'une riviere.

Il eſt évident par les principes précédens, qu'un vaiſſeau peut porter autant peſant que l'eau qui lui eſt égale en groſſeur, ou qui lui eſt égale en volume, dont il occupe la place en en rabatant la peſanteur des clous & des bandes de fer dont il eſt compoſé; car ſans cela il pourroit naviger ſur l'eau, parce que le bois dont il eſt fait, eſt à peu près de la même peſanteur que l'eau.

Pour réſoudre cette queſtion, il faut connoître la capacité ou le volume du vaiſſeau, & auſſi la peſanteur ſpécifique de l'eau, & pour cela, il eſt bon de ſçavoir *qu'un pied cube d'eau de la mer* peſe environ 73 livres; c'eſt pourquoi ſi la capacité ou ſolidité du vaiſſeau eſt par exemple de

1000 pieds cubes, en multipliant 1000 par 73, on aura 73000 livres pour la charge du vaisseau, puisqu'un volume d'eau de 1000 pieds cube pese 73000 livres.

REMARQUE.

EN termes de marine *la charge* que peut avoir un vaisseau, s'apelle *portée*, ou *port du vaisseau*, qui ne s'exprime pas par livres, mais par *tonneaux*; un *tonneau* étant estimé peser 2000 livres ou 20 *quintaux*, parce qu'un tonneau plein d'eau de la mer pese àpeu près autant; ainsi quand on dit que la portée d'un vaisseau est par exemple de 100 tonneaux, cela veut dire qu'il peut porter la charge de 200000 l. ou 2000 quintaux, parce que chaque *quintal* pese 100 liv.

IV. PROBLEME.

ETant connue la pesanteur d'un corps prismatique, marquer de combien il doit s'enfoncer dans l'eau.

Si le corps ou prisme ABCD. pese par exemple 365 livres, on sçaura de combien il doit s'enfoncer dans l'eau, en connoissant la gravité specifique de cette eau. *Fig.* 100. *pl.* LII.

Car si c'est de l'eau de la mer, dont un pied cubique pese 73 livres, on divisera par ce nombre 73 la pesanteur connue du

prisme ABCD. 365 livres, & le quotien 5 sera connoître que 5 pieds cubes de la même eau, pesant aussi 365 livres.

Donc il est aisé de conclure que le prisme doit s'enfoncer dans l'eau, jusqu'à ce qu'il occupe la place de 5 pieds cube d'eau; ainsi pour sçavoir de combien il doit s'enfoncer, il en faut retrancher par en bas un semblable prisme plus petit qui ne contienne que 5 pieds cubiques de même base que celle du prisme ABCD. qui est de 120 pouces quarrez, par lesquels divisant 5 pieds cubes, ou 8640 pouces cubes, on aura 72 pouces courants, ou 6 pieds pour la hauteur AE. à laquelle le prisme s'enfoncera dans l'eau, parce que le petit prisme ABCEF. qui est caché dans l'eau, est précisément de cinq pieds cubiques.

C'est sur ce principe que connoissant la charge ou le volume d'un vaisseau, on poura connoître quel doit être son enfoncement dans l'eau de la mer ou d'une riviere, & par son enfoncement connoître sa charge; mais outre le volume du vaisseau, il faut connoître la solidité de chacune de ses parties : par exemple, si la solidité depuis le fond jusqu'à une certaine hauteur est de 450 pieds cubes, & que la charge du vaisseau soit de 32850 livres, qui est la pesanteur de 450 pieds cubes d'eau de la

mer, à raiſon de 73 livres pour un pied cube, on connoîtra qu'il doit s'enfoncer dans la mer juſqu'à cette hauteur, ou un peu plus à cauſe du poids du vaiſſeau.

Et réciproquement s'il s'enfonce dans la mer juſqu'à cette hauteur, ou un peu plus, ſa charge ſe connoîtra par la ſolidité de la partie qui s'enfonce dans l'eau, laquelle ayant été ſuppoſée de 450 pieds cubes qui occupent un volume d'eau peſant 32850 livres, ces 32850 livres ſeront par conſéquent la charge du vaiſſeau.

REGLES

Pour la meſure de l'eau coulante.

ON meſure l'eau coulante par pouces. Ce *pouce* eſt une ouverture ronde d'un pouce de diametre faite dans une platine fort mince, afin que l'eau ne puiſſe pas être arrêtée par le frotement qu'elle feroit contre les bords, & l'on appelle un *pouce d'eau*, toute celle qui coule continuellement par cette ouverture, lorſqu'elle eſt ſeulement chargée autant qu'il eſt néceſſaire, pour faire qu'elle rempliſſe en coulant toute l'ouverture.

Il faut prendre garde que l'eau qui four-

nit à cette ouverture d'un pouce, soit dans un grand baquet à peu près de niveau ; car si l'eau qui passe par l'ouverture venoit la rencontrer avec une pente considerable, elle passeroit plus vite par l'ouverture, que lorsqu'elle est tranquile, & qu'elle n'a seulement qu'autant de mouvement qu'il lui est nécessaire pour fournir à la dépense du pouce ; c'est pourquoi le pouce fourniroit ou dépenseroit beaucoup plus d'eau.

Toutes les experiences que l'on a faites de la dépense d'eau, *c'est-à-dire combien un pouce d'eau doit dépenser ou fournir d'eau*, se sont à peu près accordées à la quantité de 200 muids en trois jours.

Ainsi sans avoir égard à la vitesse de l'eau, ni aux differentes manieres ou ouvertures par où l'eau peut couler, si l'on connoit qu'une source a rempli un espace qui contienne 200 muids en trois jours, on dira que cette source a un pouce d'eau, ou bien qu'elle fournit un pouce d'eau.

Puisque le muid contient 8 pieds cubes, les 200 muids contiendront 1600 pieds cubes ; c'est pourquoi sur cette mesure on en pourra déduire d'autres qui lui seront proportionelles pour la pratique.

Car on trouvera que ce que l'on appelle *un pouce d'eau coulante* ou *courante*, rem-

plira ou fournira 66 muids & $\frac{1}{3}$ ou bien 533 pieds cubiques & $\frac{1}{9}$, ou bien 22 pieds & 384 pouces cubes dans l'eſpace d'une heure.

Enfin dans *l'eſpace de temps d'une minute*, qui eſt la ſoixantiéme partie d'une heure, *un pouce d'eau remplira* 640 *pouces cubiques*, dont le pied en contient 1728, & dans l'eſpace d'une ſeconde qui eſt la ſoixantiéme partie d'une minute, il remplira 10 pouces cubiques & $\frac{2}{3}$.

REMARQUE.

SI l'on veut donc ſçavoir la quantité des pouces d'eau que fournit une ſource, on tâchera de la faire couler dans quelque lieu qui la puiſſe contenir, & dont on puiſſe meſurer la capacité ; & ſi elle n'avoit que 3 ou 4 pouces d'eau, il faudroit ſeulement la recevoir dans un muid que l'on auroit meſuré exactement : on obſervera en combien de temps le lieu où l'on reçoit l'eau ſe remplira, ce qui donnera la quantité des pouces d'eau de la ſource. Ce temps peut ſe connoitre par le moyen d'un pendule & de ſes vibrations.

L'exemple ſuivant ſervira à faire comprendre plus aiſément cette méthode.

Suppoſez qu'un tonneau qui contient exactement 8 pieds cubiques, ait été rempli

pli par l'eau coulante d'une ſource en 6 minutes de temps, ou en 360 ſecondes, ce qui eſt la même choſe.

Si on reduit les huit pieds cubes du tonneau en pouces cubes, on en trouvera 13824, qui étant diviſez par les 360 ſecondes de temps, dans lequel le tonneau s'eſt rempli, on aura pour quotien 38 pouces & $\frac{6}{15}$ qui ſont entrez dans le tonneau dans l'eſpace de chaque ſeconde de temps.

C'eſt pourquoi ſi l'on diviſe le nombre de pouces par la quantité d'eau que fournit un pouce en une ſeconde, qui eſt 10 pouces & $\frac{2}{3}$, on aura 3 pouces & $\frac{3}{5}$ au quotien, pour la quantité des pouces d'eau de la ſource, & ainſi de tout autre exemple.

AUTREMENT.

Il y a encore une autre maniere de meſurer les eaux courantes, en les faiſant couler par un canal uni, égal, & poſé de niveau à peu près.

Ce canal doit être de 5 ou 6 toiſes, s'il eſt poſſible, & ayant mis quelque corps leger dans l'eau, à l'entrée du canal, qui puiſſe nager à fleur d'eau, ou entre deux eaux, ſi on obſerve exactement le temps que ce corps demeure à parcourir la longueur de ce canal, *& que pour s'en aſſurer*

on réitere l'operation plusieurs fois; ensuite si on mesure la longueur du canal, & que vers son milieu on prenne la hauteur de l'eau avec sa largeur, qu'on la multiplie l'une par l'autre pour en faire un plan qui soit égal *à la coupe* de l'eau courante, (*c'est ainsi qu'on appelle la superficie d'une ouverture par laquelle toute l'eau passeroit vers le milieu du canal,*) pour lors cette superficie étant multipliée par la longueur du canal, le produit de cette multiplication donnera la quantité d'eau qui se sera écoulée, ou qui aura été fournie par la source, pendant l'espace de temps qu'on aura observé.

Par exemple, si le canal est l'arge de 12 pouces, & qu'il soit d'égale largeur en haut & en bas, l'eau y étant haute de 6 pouces, on aura pour la coupe de l'eau 72 pouces de superficie, & si la longueur de ce canal est de 10 pieds ou de 120 pouces toute la solidité de l'eau dans le canal sera de 8640 pouces cubiques.

Enfin si le corps que l'on a posé dans l'eau est demeuré 55 secondes de temps à parcourir la longueur du canal, il faudra diviser les 8640 pouces cubes d'eau par 55 secondes, & l'on aura pour quotien 157 pouces & $\frac{1}{11}$, que la source aura fourni dans chaque seconde de temps, qu'il faudra encore diviser par 10 pouces $\frac{2}{3}$, qui

eſt la quantité des pouces cubiques d'eau, qu'un pouce d'eau doit fournir dans une ſeconde, & l'on trouvera que la ſource qui coule dans le canal fournit 14 pouces $\frac{2}{3}$ & un peu plus; mais dans ce cas, à cauſe des frottements de l'eau contre le fond ou les côtez du canal, on doit ôter la cinquiéme partie de la quantité trouvée, & quelque fois un peu plus.

L*A force avec laquelle l'eau frape contre queique corps eſt en même raiſon, que la viteſſe avec laquelle elle coule.*

Car ſi une eau coule une fois plus vîte qu'une autre eau, elle choquera contre le corps qu'elle rencontrera avec une fois plus de force, que celle qui coule une fois moins vîte; mais il faut que les hauteurs de l'eau dans les reſervoirs au-deſſus de l'ajutage, ou du trou par où elle ſort, comme B. ſoient en raiſon des nombres quarrez, pour faire que l'eau ſorte par l'ajutage avec des viteſſes qui ſoient en raiſon des racines de ces mêmes quarrez.

EXEMPLE.

L'Eau étant entretenue dans le réſervoir à la hauteur D. qui eſt de 16 pieds, elle coulera ſeulement une fois plus vite par le trou B. ou bien elle aura une viteſſe double de celle qu'elle auroit ſi le réſer-

voir étoit toûjours entretenu à la hauteur A. qui n'est que de 4 pieds par-dessus le trou. *Fig. 97. pl.* LI.

De même l'eau étant dans le réservoir à la hauteur de C. qui seroit de 36 pieds, coulera seulement par le trou B. avec une vitesse triple ou trois fois plus grande qu'avec celle qu'elle avoit lorsque l'eau étoit dans le réservoir en A. à la hauteur de 4 pieds; car les hauteurs de l'eau dans le réservoir seront 1.4.9. qui sont des nombres quarrez, & les vitesses de l'eau qui sort, seront 1.2.3. qui sont les racines de ces nombres quarrez.

REMARQUE.

PAr cette regle ou principe, l'on apprend à connoître combien un jet d'eau dépense d'eau lorsque l'on connoît la hauteur à laquelle il s'éleve, que l'on supose être égale à celle du réservoir d'où il vient, quoiqu'il y ait très-peu de différence.

Mais auparavant, il faut sçavoir combien un jet d'eau d'une hauteur connue, & d'une grosseur d'ajutage déterminée dépense d'eau: par exemple, on sçait par expérience qu'un jet d'eau de 10 pieds de haut & de 6 lignes de diametre d'ajutage dépense pendant une minute de tems, une quantité d'eau connue, qui est 2119 $\frac{1}{5}$ pou-

ces cubiques ; donc on sçaura par la regle précédente, qu'un jet d'eau de 40 pieds de haut & de 6 lignes de diametre d'ajutage, dépensera seulement deux fois autant d'eau, qui sera 4238 $\frac{2}{3}$ pouces cubiques dans le même tems, quoiqu'il l'éleve 4 fois plus haut.

Mais si l'ajutage de ce second jet étoit d'un pouce d'ajutage ou de diametre, qui seroit par conséquent quadruple, ou quatre fois plus grande que celle de 6 lignes, ce jet dépenseroit 8 fois autant d'eau que le précédent.

Lorsque nous disons qu'un jet d'eau dépense une fois plus d'eau qu'un autre de même grosseur, nous entendons que c'est seulement à cause de sa vitesse, qui étant double de l'autre, dépense une fois plus d'eau, & si elle étoit triple, elle dépenseroit trois fois autant d'eau.



TABLE

Des dépenses d'eau pendant une minute par différens ajutoirs ronds, l'eau du réservoir étant à 13 pieds de hauteur.

Diametres.	Dépenses d'eau.	
Par l'ajutoir d'une ligne	1 *pinte* $\frac{10}{18}$	
par l'ajutoir de 2 lignes	6 *pintes* $\frac{1}{9}$	
par l'ajutoir de 3 lignes	14 *pintes*	
par l'ajutoir de 4 lignes	25 *à peu près.*	
par l'ajutoir de 5 lignes	39	
par l'ajutoir de 6 lignes	59	
par l'ajutoir de 7 lignes	76	$\frac{1}{4}$
par l'ajutoir de 8 lignes	110	$\frac{2}{3}$
par l'ajutoir de 9 lignes	126	
par l'ajutoir de 12 lignes	224	

Ainsi l'ouverture de 3 lignes donnera un pouce.

Celle de 6 lignes donnera 4 pouces.

Et celle de 12 lignes donnera 16 pouces.

AUTRE TABLE.

Des différentes hauteurs des jets d'eaux, des hauteurs des réservoirs, & de la quantité des pieds ou pouces d'eau qu'ils ont coutume de donner.

haut. du jet.	haut. du réservoir.	pouc. ou pieds
5 *pieds*	5 *pieds*	1 *pouce*
10 *pieds*	10 *pieds*	4 *pouces*
15	15	9 *pouces*
20	20	16.1.*pd.* 4 *p.*
25	25	25
30 *pieds*	30 *pieds*	36 *ou* 3 *pd.*
35	35	49
40	40	64
45	45	81
50	50	100
55	55	121
60	60	144 *ou* 72 *pd.*
65	65	169
70	70	196
75	75	225
80	80	256
85	85	289
90	90	324 *ou* 117 *pd.*
95	95	361
100	100	400

Ainsi le jet de 30 pieds aura 33 pieds de hauteur de réservoir, celui de 60 pieds 72 pieds, celui de 90 pieds 117 pieds, celui de 100 pieds 133 $\frac{2}{3}$, & celui de 120 pieds 168 pieds, &c.

AUTRE TABLE PARTICULIERE.

Des dépenses d'eau à différentes élévations des réservoirs sur trois lignes d'ajutoir pendant un minute.

haut. des réservoirs.	dépense d'eau pendant une minute.	
à 6 pieds	*9 pintes & demi*	
à 9	11	$\frac{2}{3}$
à 13	14	
à 18	16	$\frac{1}{2}$
à 25	19	$\frac{1}{3}$
à 30	21	$\frac{1}{3}$
à 40	24	$\frac{1}{2}$
à 52	28	

& ainsi à proportion dans tous autres exemples.

REMARQUES,

sur le principe précédent.

1°. *UN cilindre d'eau, dont la base a un pied de diametre & un pied de hauteur pese* 55 *livres*, parceque la proportion du cercle au quarré qui lui est circonscrit, est à peu près comme 11. à 14 : or, comme 14 est à 11, ainsi 70 livres sont à 55 livres ; de-là, on sçait qu'un cilindre d'un pied de hauteur & d'un pouce de base pese 6 onces 1 gros à fort peu près ; car la 144e. partie de 55 livres est 6 onces & $\frac{1}{9}$, & un gros est $\frac{1}{8}$.

2°. *L'eau la plus rapide fait 3 pieds $\frac{1}{4}$ en une seconde, & soutient par le choc d'une palette 3 livres $\frac{3}{4}$*, d'où l'on conclud qu'un jet du bas d'un réservoir qui a 12 pieds de hauteur à une vitesse à sa sortie pour faire 24 pieds en une seconde, *selon galilée*, par conséquent cette vitesse est donc environ 7 fois $\frac{1}{2}$ plus grande que celle de la riviere.

Le quarré de $7\frac{1}{2}$ est $56\frac{1}{4}$, & par conséquent si ce jet est de même largeur que la palette, il doit soutenir un poids environ 56 fois plus grand : or, 12 pieds cubes d'eau pesant 840 livres, dont le quart est 210 livres, qu'on prend à cause que la pa-

lette n'eſt que d'un demi pied, & qu'une colonne d'eau, dont la baſe a un demi pied quarré & 12 pieds de hauteur, peſe 210 livres, ſi l'on diviſe 210 par 56, le quotien ſera environ 3 livres $\frac{3}{4}$ qui eſt le poids qu'on a trouvé dans les expériences faites.

3°. La réſiſtance du frottement de l'eſſieu d'une roue, celui de la meule & du grain qu'elle briſe (dans un moulin à eau), joints au poids de la roue & de ſes palettes, vaut autant à peu près que la réſiſtance d'un poids égal à celui de l'eau qui choque, & par conſéquent elles doivent retarder de moitié à peu près la viteſſe de l'eau qui les choque.

4°. L'eau qui choque une palette de $\frac{1}{2}$ pieds ne doit ſoutenir que la 36e. partie de 210 livres; donc elle ſoutiendra 5 liv. & $\frac{5}{6}$, le pied quarré ſoutiendra le quadruple; ſçavoir, 23 livres $\frac{1}{3}$, & parce que les palettes d'une roue ont 10 pieds ſuperficiels, elles ſuporteront 233 livres $\frac{1}{3}$.

5°. L'eau d'une riviere ne va pas également vite à ſa ſurface & dans les autres parties: car l'eau proche du fond, eſt beaucoup retardée par la rencontre des pierres, des herbes & des autres inégalitez.

Dans les endroits étroits, celle du milieu

va plus vîte que celle du fond, & que celle de la ſurface, mais d'ordinaire celle de la ſurface va plus vîte que les autres deux.

SECTION SECONDE

Du mouvement des corps fluides, conſiderez par leurs chocs.

LOrſqu'un corps fluide ſe meut à l'égard d'une ſurface, ou il ſe meut parallelement à cette ſurface, ou il ſe meut perpendiculairement contre cette ſurface, ou enfin il ſe meut obliquement.

1°. *Si un corps* B. *ſe meut parallelement à une ſurface* CD. il ne fera nul effort contre elle, puiſqu'il ne la frape point; cela eſt évident. *Fig.* 101. *pl.* LII.

2°. *Si un corps* A. *ſe meut perpendiculairement contre une ſurface* CD. il fait contre elle un effort qui eſt égal au produit de ſa maſſe par ſa viteſſe, c'eſt-à-dire à ſa quantité de mouvement. *Fig.* 102. *pl.* LII.

3°. *Si un corps* A. *rencontre obliquement une ſurface* CD. l'effort du corps contre cette

ſurface, ſera à ſon effort total, comme le ſinus de l'angle d'incidence ABD. que forme la ligne de direction AB. du corps avec le plan, eſt au ſinus total. *Fig.* 104. *pl.* LII.

D'où il ſuit *premierement*, que ſi deux ou pluſieurs corps égaux en maſſes & en viteſſes, rencontroient autant de ſurfaces diverſement inclinées, leurs efforts ſur les ſurfaces ſeroient entr'eux comme les ſinus de leurs angles d'incidence.

Secondement, ſi un même nombre de corps égaux en maſſes & en viteſſes, rencontrent deux ſurfaces également inclinées, ils feront contre ces ſurfaces des efforts égaux, & ſi ces ſurfaces étoient diverſement inclinées, leurs efforts ſeroient entr'eux comme le ſinus de leurs angles d'incidences ſur les ſurfaces.

Troiſiémement, il ſuit enfin que lorſqu'un ou pluſieurs corps A. rencontrent obliquement une ſurface, ils ne la pouſſent pas ſelon leurs lignes de direction ABD. mais ſelon la détermination perpendiculaire EBG. cette remarque eſt de conſéquence pour déterminer le chemin d'un vaiſſeau ſur la mer.

4°. Si deux ſurfaces égales A & B. ſont expoſées perpendiculairement au courant de deux fluides homogenes ayant des viteſ-

ses inégales, les efforts de ces fluides contre ces surfaces seront entr'eux comme les quarrez de leurs vitesses. *Fig.* 105. *pl.* LII.

Car l'on peut considerer ces fluides, comme un assemblage de petits corps des masses égales qui viennent fraper ces surfaces. Or, l'effort de chaque petit corps contre la surface A. est encore celui des parties qui fraperont la surface B. dans un temps égal, comme la vitesse du premier est à la vitesse du second; ainsi si le fluide qui frape la surface A. a une vitesse double de celui qui frape la surface égale B. son effort sera quatre fois plus grand; si la vitesse est triple, son effort seroit neuf fois plus grand.

5°. Si une surface AB. est exposée perpendiculairement au courant d'un fluide, & qu'une autre surface égale CD. y soit exposée obliquement, l'effort du fluide contre la surface perpendiculaire, sera à l'effort contre la surface oblique, comme le quarré du rayon est au quarré du sinus de l'angle d'incidence du fluide sur la surface oblique. *Fig.* 106. *pl.* LII.

Car l'on a déja fait voir que l'effort de chaque partie du fluide est contre la surface oblique, comme le rayon ED. est au sinus EM. de l'angle d'incidence, donc l'ef-

fort du fluide contre la ſurface perpendiculaire EB. eſt à l'effort contre la ſurface inclinée ED. comme le quarré du rayon eſt au quarré du ſinus de l'angle d'incidence du fluide ſur la ſurface oblique.

D'où il ſuit que ſi un même fluide rencontre deux ſurfaces égales diverſement inclinées, les efforts contre ces ſurfaces ſeront entr'eux comme les quarrez des ſinus des angles d'inclinaiſon.

6°. Si les parties d'un même fluide ayant des viteſſes égales, rencontrent des ſurfaces inégales, mais également inclinées, les efforts ſeront entr'eux comme ces ſurfaces.

Car il eſt évident qu'en ce cas chaque partie du fluide fera le même effort contre la ſurface qu'il rencontrera, donc ſi les ſurfaces étoient égales, les efforts ſeroient égaux.

Mais ſi une ſurface eſt double de l'autre, il y aura deux fois plus de parties qui la fraperont à la fois, donc l'effort ſera double; & en général le nombre des parties qui fraperont la premiere ſurface, ſera à celui des parties qui fraperont la ſeconde, comme la premiere ſurface eſt à la ſeconde, donc ces efforts ſeront entre eux comme les ſurfaces.

REMARQUE.

L'Expérience a fait connoître, 1°. Que l'eau ayant un pied de viteſſe par ſeconde, fait contre une ſurface d'un pied quarré un effort d'une livre & demie.

2°. Que l'air ayant une viteſſe de 24 pieds par ſeconde, fait auſſi contre une ſurface d'un pied quarré un effort d'une livre & demie.

Ces deux expériences ſervent de principe à la réſolution des problêmes ſuivants.

PROBLEMES.

I.

Trouver l'effort de l'eau contre les aîles d'un moulin expoſées perpendiculairement à ſon courant, la viteſſe de l'eau étant connuë.

Suppoſez que les aîles du moulin ayent 5 pieds de large, trois pieds de haut, ou 15 pieds de ſuperficie, & que la viteſſe de l'eau ſoit de 6 pieds par ſeconde.

Ce problême peut ſe réſoudre ainſi, en faiſant cette analogie, comme le quarré d'un eſt au quarré de 6; ainſi une livre $\frac{1}{2}$ eſt à l'effort de 6 pieds de viteſſe par ſeconde contre un pied quarré de ſuperficie, lequel étant multiplié par 15, ſurface d'une des aîles du moulin, donnera l'effort que l'on cherche.

II.

TRouver l'effort du vent contre les aîles d'un moulin à vent, la grandeur des aîles étant connuës & la vitesse du vent.

Supposez que les aîles du moulin à vent soient de 36 pieds de long, & de 2 pieds de large, ou 72 pieds quarrez de superficie, & la vitesse du vent de 60 pieds par seconde; supposez aussi que la ligne de direction du vent fasse un angle de 54 degrez avec le plan des aîles du moulin à vent, pour lors on résoudra ce problême en faisant cette analogie.

Comme le quarré 24 est au quarré 60, ainsi une livre & demi est à l'effort du vent contre un pied de superficie qu'il faut ensuite multiplier par 72 pieds de superficie pour une des aîles du moulin, pour avoir l'effort total, en supposant que les aîles fassent avec la direction du vent un angle droit; mais comme elles font un angle de 54 degrez, il faut faire cette autre analogie.

Comme le sinus total est au sinus de l'angle d'inclinaison, ainsi l'effort total est à l'effort cherché qu'il faut multiplier par 4, qui est le nombre des aîles du moulin, pour avoir l'effort contre les quatre aîles.

III.

Application de ce problême au tirage des chevaux.

SUpoſez qu'on ait un bateau à faire remonter la Seine avec deux pieds de viteſſe par ſeconde, que la viteſſe ordinaire de l'eau de la Seine ſoit de 4 pieds par ſeconde, & que la partie du bateau, qui doit fendre l'eau, ſoit de 24 pieds de ſuperficie; on demande combien il faudra de chevaux pour tirer ce bateau, ſi la corde fait avec l'eau un angle de 15 degrez.

On réſoudra ce problême en faiſant cette analogie; comme le quarré d'un eſt au quarré de 6, ainſi une livre & demi d'effort contre un pied eſt à 24 livres d'effort, contre un pied avec la viteſſe donnée qu'il faut multiplier par 54, ſuperficie du bateau qui fend l'eau, & enſuite faiſant cette autre analogie.

Comme le ſinus du complement de l'angle de 15 degrez que la corde fait avec l'eau eſt au ſinus total, ainſi l'effort total eſt à l'effort cherché 3172, qu'il faut diviſer par 175 qui eſt l'effort d'un cheval, & on trouvera qu'il faut 18 chevaux pour tirer le bateau propoſé.

DE LA POMPE.

LA POMPE est une machine dont on se sert pour puiser de l'eau, ou pour l'élever à volonté, par le moyen d'une piéce de bois bien arrondie entourée d'étoupes, qu'on apelle *piston*, que l'on fait aller ou venir dans un tuyau qu'on nomme *corps de la pompe*, ou *barillet*.

Soit *un corps de pompe* AB. CD. est le *piston* attaché à la *verge* CE qui sert pour mouvoir ce *piston* dans le *barillet* AB. lequel doit être bien fermé, excepté à son extrêmité d'en bas, qui est dans l'eau, où il doit y avoir une petite ouverture F. par où l'eau puisse entrer lorsque l'on tire en haut le piston CD. cette ouverture doit être couverte d'une *sou-pape* F. qui sont deux piéces de cuir plattes jointes ensemble, dont l'une contient l'ouverture, & l'autre la ferme, & tant plus l'une joint avec l'autre, tant plus la sou-pape est parfaite. *Fig.* 107. *pl.* LII.

Les sou-papes se font de plusieurs façons, ce qui fait qu'elles ont des noms différens; car lorsqu'une sou-pape est platte, on la nomme *clapet*, & lorsqu'elle est

ronde & qu'elle se termine en pointe comme un cone, on l'apelle *axe.*

Celles dont on se sert le plus, sont rondes & convexes qu'on appelle *sou-papes à queuë*, quand elles ont une queuë qui sort perpendiculairement du milieu de sa connéxité; cette queuë servant par sa pesanteur à tenir la convexité en état de boucher le trou rond par où l'eau doit passer en poussant la sou-pape lorsqu'on leve le piston.

On se sert aussi très-utilement de ces soupapes pour arrêter l'eau dans une pompe, en fermant le passage à l'eau quand une fois elle a été tirée par le moyen du piston CD. qui doit couler librement dans le barillet AB. & en remplir exactement la capacité, afin que l'air ne puisse passer entre deux lorsque l'on tire le piston CD. car aussi l'air ne pouvant pas succéder à sa place, la sou-pape F. s'élevera & donnera passage à l'eau par le trou qu'elle bouchoit auparavant.

Et tout au contraire quand on abaisse le piston CD. en pressant l'eau qui a été tirée, la sou-pape F. se baisse, & l'eau ne trouvant plus de passage par là, est contrainte de passer ou sortir par le tuyau GHI. qui communique avec le corps de la pompe.

Une semblable pompe est apellée *foulante*, parce qu'elle fait sortir l'eau en la pressant, & l'on peut par son moyen élever l'eau aussi haut que l'on voudra, si l'on applique à la verge CE. une puissance aussi grande qu'est la résistance de l'eau qui est dans le canal HI. & si l'on ajoûte en I. une sou-pape qui s'ouvrira & donnera passage à l'eau quand elle montera par le canal IK. où étant montée elle y demeurera, parce que sa pesanteur fera baisser la sou-pape I. qui s'ouvrira de nouveau, & donnera passage à une seconde eau, qui montera par le même canal HI. quand on baissera le piston CD. ainsi en continuant de hausser ou de baisser ce piston, l'eau continuera à monter dans le canal IK. jusqu'à ce qu'elle sorte par son extrêmité K. *Fig.* 109. *pl.* LII.

On apelle *pompe aspirante*, celle qui tire l'eau quand on hausse le piston qu'il faut percer de part en part depuis D. jusqu'à F. où il doit y avoir une sou-pape, afin que quand l'eau sera montée en haussant le piston CD. elle remonte par-dessus ce piston en passant par l'ouverture D. quand on baissera le piston : car ainsi il pressera l'eau de dessous qui levera la sou-pape F. qui se fermera aussi-tôt qu'on haussera le piston, parce que l'eau pesera sur cette sou-

pape qui s'ouvrira de nouveau quand on baiſſera le piſton, ce qui fera entrer une ſeconde eau dans le corps de la pompe, lequel enfin ſe remplira juſqu'à l'extrêmité A. par où l'eau ſortira. *Fig.* 108. *pl.* LII.

Afin que la ſou-pape ſoit libre, il faut que la verge E. C. du piſton tienne en C. ce piſton par une piéce de fer recourbée ICH. attachée fermement au piſton; le tuyau EG. qui entre dans l'eau, peut être ſi long que l'on voudra; mais ſa longueur doit être moindre que de 33 pieds, autrement l'eau ne pourroit pas monter, parce que toute la peſanteur de l'air, qui comme l'on croit fait monter l'eau, ne la peut pas élever à une plus grande hauteur, ce que *Galilée* a expérimenté autrefois le premier. *Fig.* 110. *pl.* LII.

Enfin on apelle *pompe expulſive*, celle par le moyen de laquelle on fait monter l'eau en la pouſſant de bas en haut, comme on le voit dans le corps de la pompe AB. diviſée en deux parties AK. BI. dont BI. doit être dans l'eau avec le piſton CD. qui ſe meut dans cette partie BI. de haut en bas, & de bas en haut par le moyen de la verge FG. attachée fermement au point fixe F. autour duquel on fait mouvoir cette verge avec le piſton CD. & ſa verge EC. par le moyen de la verge GH. *Fig.* 110. *pl.* LII.

La verge EC. du piston CD. doit être un canal continué dans le piston CD. jusqu'à D. où il doit y avoir un sou-pape. & il doit y en avoir aussi une en O; car ainsi en poussant en bas la verge GH. pour faire descendre le piston CD. ce piston en pressant l'eau, la fera entrer de force dans le canal EC. ce qui fera ouvrir la sou-pape D. & l'eau passera en-dessus, après quoi la pesanteur de cette eau fera baisser la sou-pape, qui fermera le passage à l'eau, & l'empêchera de sortir par où elle étoit venuë, ce qui fera que quand on haussera le piston CD. il pressera l'eau qui sera en-dessus, & la fera monter en ouvrant la sou-pape O. & entrer dans la partie AK. & cette eau par sa pesanteur fera baisser la sou-pape O. & demeurera ainsi dans la partie AK. laquelle en cette sorte se remplira petit à petit d'eau, qui à la fin sortira par l'extrêmité A. d'en haut. *Fig.* 111. *pl.* LII.

Si le corps de la pompe AB. est enfoncé dans l'eau : par exemple, jusqu'en GH. & le piston CD. soit percé de part en part, depuis D. jusqu'en F. où il y a une sou-pape ; elle s'ouvrira lorsqu'on baissera le piston CD. après qu'on l'aura élevé pour faire entrer l'eau par la sou-pape F. laquelle s'ouvrira encore en baissant le piston,

& se fermera en s'élevant, & donnera par là passage à l'eau. *Fig.* 111. *pl.* LII.

La sou-pape E. s'ouvrira en même-tems, & donnera passage à l'eau que l'on fera monter ensuite par la sou-pape F. en baissant le piston comme auparavant, & en continuant ainsi à hausser & baisser le piston CD. le barillet se remplira d'eau, laquelle sortira enfin par son extrêmité A, d'en haut.

REMARQUE.

ON se sert ordinairement de la force des rivieres pour faire joüer un corps de pompe au moyen d'une rouë mise en mouvement par quelque puissance ou au moyen d'une rouë, dont les aîles trempant en partie dans l'eau, sont poussées par la force de la même eau, laquelle en cette façon, fait tourner la roue A. qui fait tourner la piéce de fer recourbée BCD. qui est appuyée sur deux points fixes E & F. & qui tournant sur les points, s'approche & s'éloigne successivement des ouvertures IK. de deux corps de pompe IL. KM. & ainsi fait hausser & baisser les pistons l'un après l'autre avec leurs *verges* BG. CH. qui sont attachées à la piéce de fer recourbée BCD. aux deux points BC. & les pistons en haussant, font sortir l'eau de ces deux

corps de pompe pour la faire verser dans le réservoir, bassin ou autre lieu destiné à la recevoir. *Fig.* 112. *pl.* LIII.

On se sert dans des grandes machines de grands leviers, qui en allant & venant de bas en haut, & de haut en bas, font hausser & baisser les pistons, comme on l'a pratiqué à la machine de Marly.

Quelque fois faute d'eau on peut faire opérer de la même façon aux mêmes corps de pompe, & quelque fois aussi faute d'eau & de vent on se sert de la force des hommes ou de celles des chevaux, qui tournant autour d'un grand arbre, font tourner l'arbre ou piveau, & le piveau fait tourner la rouë qui fait joüer la pompe.

Il y a encore plusieurs différentes manieres pour élever des eaux sans le moyen des pompes, comme sont les chaînes sans fin, & les chapelets, &c.

La chaîne sans fin, est une chaîne d'une longueur proportionnée à la profondeur de l'eau, ou à la hauteur qu'on la veut élever ; cette chaîne n'a point de bout, & tout le long ou tout autour de sa circonférence, est une grande quantité de petits sceaux, lesquels en plongeant dans l'eau, se remplissent & se vuident ensuite dans le réservoir, qui est destiné à recevoir leurs eaux à mesure que cette chaîne

tourne

tourne autour de la roue qui fait agir la machine : il y a tant de ces machines en France, qu'il est inutile de nous arrêter icy plus long-tems pour les expliquer plus au long. *Fig.* 113. *pl.* LIII.

Le chapelet est aussi une espece de chaîne sans fin, dont la circonférence est garnie de petits cercles de cuirs ou de fer G. H. de la grandeur du diametre de l'intérieur de la pompe EF. ensorte qu'en faisant tourner un *cilindre* CD. par le moyen d'une *manivelle* AB. on fait tourner le chapelet GH. & pour lors tous les petits cercles de cuirs ou de fer qui servent de piston au corps de pompe EF. font entrer l'eau successivement par le fond de la pompe F. & la font sortir par le haut de la pompe en E. & de-là elle tombe dans le bassin ou réservoir qui lui est destiné. *Fig.* 113. *pl.* LIII.

SECTION TROISIE'ME.

Du mouvement des corps fluides par leurs ressorts.

DE tous les corps fluides, il n'y a que l'air qui ait un ressort sensible.

L'air étant chargé de différens poids, se réduit à différens volumes, qui sont entr'eux en raison réciproques des poids qui le compriment.

Car si par l'ouverture A. *Fig.* 117. *pl.* LIII. on verse un nouveau mercure au-dessus de la superficie de celui de la petite branche de 28 pouces, le volume d'air ED. sera réduit à la moitié de ce qu'il étoit auparavant; mais si l'on ajoûte encore 28 pouces de mercure, comme en AF. il sera réduit en DG. tiers de CD, parce qu'il est comprimé d'un poids triple de celui de l'air extérieur, & ainsi de suite, à proportion que la hauteur du mercure augmentera dans AB. le volume d'air diminuera dans CD. en raison réciproque des hauteurs du mercure qui le compriment.

D'où il suit que connoissant la hauteur qui comprime, par exemple 12 pouces d'air, on trouvera à quel volume cet air doit être réduit en faisant cette analogie.

Comme la hauteur LH. donne de mercure	58 *pouces*
plus 28 poids de l'air extérieur qui font	84 *pouces*
est au poids de l'air extérieur	28 *pouces*
ainsi le volume d'air CD.	12 *pouces*
est à GD. volume de l'air réduit	4 *pouces*

Car 84 . 28 :: 12 . 4.

Des Barometres.

ON appelle *Barometre*, une machine pour connoître sensiblement les différens changemens qui arrivent dans la pesanteur de l'air, laquelle n'est pas la même en tout tems ni en tout lieu : car l'on sçait par l'expérience que quand l'air est chargé de vapeurs, il est plus pesant, & pese moins en un lieu élevé qu'en un lieu bas.

Les barometres se font de plusieurs manieres ; mais celui de M. *Hugens* passe pour le meilleur & le plus commode, se pouvant transporter aisément, & marquant sensiblement les moindres changemens de l'air.

La figure 115. *pl.* LIII. en fait voir la construction ; soit un tuyau de verre ABC. fermé hermétiquement en l'une de ses extrêmitez A. & ouvert par l'autre C. par où l'on verse du vif argent, autant qu'il en sera besoin pour remplir la capacité de ce tuyau, qui est depuis le milieu de la *boëte* cilindrique E. jusques vers le milieu de l'autre boëte D. qui doit être éloignée de la premiere E. d'environ 27 pouces, parce qu'une colomne d'air depuis la terre jusqu'à la derniere surface de l'air, est en

équilibre avec 27 ou 28 pouces de mercure ou vif argent dans un canal perpendiculaire, après quoi l'on remplira le reste du tuyau CE. de quelqu'autre liqueur qui ne gele point en hyver, comme d'eau commune mêlée avec une sixiéme partie d'eau forte.

Lorsque le vif argent descendra par exemple d'un pouce dans la boëte E. par la pesanteur de l'air, il montera d'autant dans la boëte D. & l'eau qui est dans le reste du canal CE. descendra dans la boëte E. & si la capacité de cette boëte E. est par exemple 15 fois plus grande que celle du reste du tuyau CE. il faudra 15 pouces d'eau de ce canal pour remplir un pouce de la boëte; ainsi toutes les fois que le mercure montera ou descendra d'un pouce, l'eau montera ou descendra de 15 pouces.

Et pareillement quand le vif argent descendra ou montera d'une ligne, l'eau descendra ou montera de 15 lignes, ce qui fait voir que ce Barometre marque les changemens de la pesanteur de l'air 15 fois plus sensiblement que les Barometres simples, & il les montreroit encore plus sensiblement si l'on augmentoit la capacité des boëtes A & E.

Des Thermometres.

ON apelle *Thermometre*, un long tuyau de verre bouché hermétiquement, qui a une petite phiole en haut, comme en A. remplie en partie d'esprit de vin, ou de quelqu'autre liqueur qui ne gele point en hyver, & qu'on a coutume de colorer pour la mieux distinguer dans le tuyau, dont on se sert pour mesurer les degrez de la châleur ou de la froideur qui sont dans l'air extérieur. *Fig.* 116. *pl.* LIII.

Pour cette fin l'on divise toute la longueur du tuyau contre une planche où il est attaché en huit parties égales, & chacune encore en huit autres parties égales plus petites, pour avoir en tout 64 degrez, afin de connoître plus sensiblement le changement qui peut arriver en tout tems à la température de l'air, en prenant garde sur quel degré monte l'eau à chaque heure du jour, selon que la châleur de l'air extérieur augmente ou diminuë.

Car l'air étant chaud, il fait rarefier l'air contenu dans le tuyau, & donne place à l'eau pour monter.

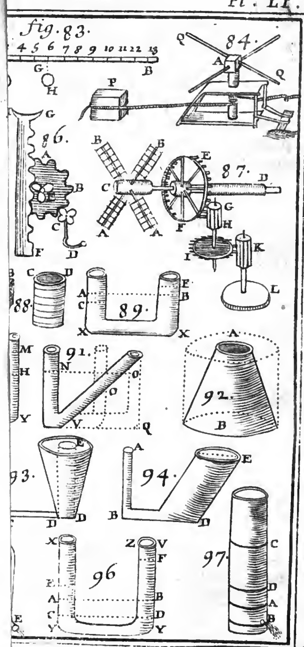
Ainsi l'on peut comparer les plus grandes châleurs d'un été, ou les plus grandes

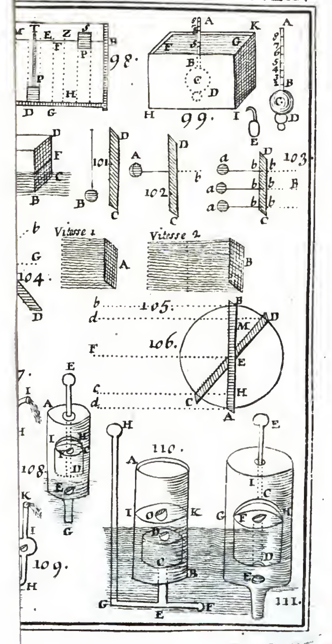
froideurs d'un hyver, à celle d'un autre hyver, & connoître de deux chambres celle qui est la plus chaude ou la plus froide ; car celle-là est la plus chaude où l'eau descendra le plus bas, la moindre châleur étant capable de faire rarefier l'air contenu dans le tuyau AB. comme on l'expérimente sans peine, en appliquant la main doucement sur la bouteille ou phiole A. car la châleur de la main fait aussi-tôt rarefier l'air & descendre l'eau, qui reprend tout doucement sa place lorsqu'on a ôté la main, ou lorsqu'on a cessé de chauffer cette phiole avec son haleine ou autrement.



Des Oeolipiles.

ON appelle *œolipile*, un globe concave d'airain ou de quelqu'autre semblable matiere qui puisse endurer le feu, lequel étant rempli à moitié d'eau par un trou fort petit, & étant mis ensuite sur des charbons ardents, ne produit son effet que lorsqu'il est échauffé ; car alors la châleur fait tellement rarefier l'eau qui est dedans cet œolipile, qu'elle la réduit en vent, qui sort par le même trou avec un sifflement si impetueux, que si l'on y applique


fig. 83.
4 5 6 7 8 9 10 11 12 13
G
B
H
P
84.
A
Q
86.
G
A
B
C
D
F
87.
B
C
A
E
D
G
H
I
K
L
F
88.
C
D
89.
A
C
E
B
X
91.
M
H
Y
N
O
V
Q
92.
A
B
93.
E
D
94.
A
E
B
D
96.
X
Z
V
F
A
B
C
D
Y
97.
C
D
A
B

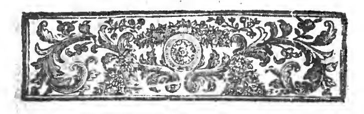

98.
99.
101
102.
103.
Vitesse 1
Vitesse 2
104.
105.
106.
108.
109.
110.
111.

l'embouchure de quelqu'instrument à vent, comme d'un flageolet, ou d'un orgue, il sera capable de le faire joüer.

On donne quelque fois à cette machine la figure d'une tête, d'autre fois celle d'une poire avec un petit col, au bout duquel est le petit trou qui peut soufler selon la grandeur de la machine une heure durant, on peut aussi par la même machine faire soufler un feu qui a de la peine à s'allumer. *Fig.* 114. *pl.* LIII.

Si au lieu d'eau commune on y met de l'eau-de-vie rectifiée, & qu'on mette feu à la vapeur qui sortira par le trou de cet œolipile, on aura le plaisir de voir au lieu de vent, un fêu continuel qui durera autant de tems que la vapeur continuëra de sortir avec violence.



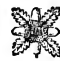


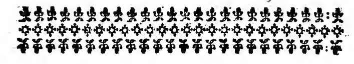
ARTICLE VIII.

Des Machines de Guerre.



POUR ne laiſſer rien à deſirer à la Jeuneſſe, en faveur de laquelle nous avons fait cet Ouvrage, de ce qui peut ſatisfaire ſa curioſité, ou contribuer à ſon inſtruction, nous avions réſolu de donner un article beaucoup plus étendu que celui-ci ſur les machines de Guerre ; mais à cauſe de la groſſeur de ce Volume, nous avons été contraint de ne dire icy en général, que ce qui eſt le plus utile & le plus néceſſaire pour la connoiſſance de ces ſortes de Machines.





SECTION PREMIERE.

De la Poudre.

COmme LA POUDRE est l'ame des plus fortes machines de Guerre, il est nécessaire de parler icy de sa *composition*, de ses *usages*, & de la *maniere* de s'en servir.

De la composition de la Poudre.

Tout ce qui regarde la *nature de la Poudre* consiste dans sa matiere, sa dose, son mélange, & sa forme. Sa *matiere* est de trois especes; sçavoir, le *salpetre*, le *charbon*, & le *soufre*.

1°. Il y a de *trois sortes de salpetre*, ausquels l'on donne le rafinement.

Le premier est nommé *salpetre de houssage*, & c'est celui qui s'attache aux murailles des granges, des étables, des caves, & autres lieux souterains; il se fait connoître en le mettant sur la langue, où l'on sent une petite piqueure comme d'un sel un

peu foible, la maniere de le prendre eſt de le racler avec un petit racloir de bois ou de fer, & de le recevoir dans quelque vaiſſeau.

Le ſecond ſalpetre vient de certains païs étrangers qui en produiſent abondamment, ſur tout certaines campagnes des Indes où la terre le produit, & dont il couvre la ſurface, & c'eſt de ces endroits où les Hollandois pour la plûpart tirent le leur.

Le troiſiéme ſe rencontre dans les terrains mêmes des lieux ſouterains, ſur tout ſi ce ſont des endroits où les animaux ſe retirent, lequel eſt contracté par leur fiente & leur urine. Les granges, écuries ou étables ſont des lieux propres à cela; on en trouve même dans la démolition des maiſons.

Le ſalpetre brute étant connu & ramaſſé en tas d'une quantité ſuffiſante, voici comme on le travaille, c'eſt-a-dire comment on le rend propre à la compoſition de la poudre, ainſi que pluſieurs autheurs nous l'ont appris.

On a une quantité de *cuviers* que l'on met par bandes, & que l'on range ſur des chantiers; ces cuviers ont a peu près la forme de ceux dont on coule la laiſſive, c'eſt dans chacun de ces cuviers que l'on met d'abord deux boiſſeaux combles de *cen-*

dre de bois neuf, après quoi on remplit le reste de cette terre tirée des lieux dont nous venons de parler, & voilà pour la premiere bande des cuviers.

Pour ce qui est de la seconde bande, on met dans chacun deux boisseaux ras de la même cendre, & le reste est rempli de terre; & dans la troisiéme bande des cuviers on met dans chacun seulement un boisseau & demi de cendre, & le reste de la même terre.

Tout cela étant ainsi préparé, & mis par rang, on verse sur la premiere bande de cuviers de l'eau de puits, de riviere, ou de citerne, laquelle eau s'écoulant par un trou, où est un peu de paille, en la maniere des faiseuses de l'essive, & tombant dans un baquet, on verse cette eau sur la seconde bande des cuviers, & s'étant aussi écoulée par le trou d'en bas, on la verse enfin sur la troisiéme bande.

Pendant que l'eau s'écoule pour la troisiéme fois, on ôte la matiere des premiers cuviers, & on les remplit de nouvelles terres avec trois boisseaux de cendre sur lesquelles on verse enfin l'eau qui s'écoule de la troisiéme bande.

Pour ce qui est de la seconde bande de cuviers, on verse de dans de l'eau pure, laquelle étant filtrée par en bas, doit être

verſée ſur la troiſiéme bande, puis verſée ſur la premiere, dont on a levé la cuite.

Cela étant fait, on refait une ſeconde cuite en rechargeant la ſeconde bande de cuviers de terre neuve, que l'on continuë ſur la troiſiéme bande ; & voilà la premiere préparation que l'on fait pour avoir du ſalpetre.

Mais comme il n'y a rien encore d'achevé, ces eaux qu'on a filtrées de la ſorte ſont miſes dans une *chaudiere*, ſur un fourneau de brique, dans lequel eſt un feu de bois continuel durant l'eſpace de 24 heures, au bout deſquelles une goute de cette eau pour être bonne, doit auſſitôt ſe congeler comme une goute de ſuif qui tomberoit ſur la terre.

On verſe donc cette eau dans des baſſins de cuivre pour la faire congeler, après qu'on a tiré du fond avec un écumoir une eſpece de ſel que l'on y trouve ; on a trouvé par les experiences qu'on en a fait qu'une cuite de huit cuviers avoit produit 50, 60, & quelquefois 70 livres de ſalpetre, ſelon la qualité des terres dont on s'eſt ſervi.

Le ſalpetre s'étant attaché en glace au tour d'un cuvier, *la queſtion eſt de le rafiner*, d'autant qu'il eſt encore mêlé de parties terreſtres & groſſieres qui diminuent ſa force & ſon activité.

Pour cet effet on le met dans une chaudiere, que l'on pose sur un fourneau allumé, dans laquelle chaudiere on verse deux muids d'eau, y ajoutant une cruche de blanc d'œuf, ou de cole de poisson ; d'autres au lieu de cela y mettent une certaine d'ose d'alun, & quelquefois du vinaigre. Cette eau avec la matiere du salpetre venant à bouillir, on en leve l'écume qui monte au-dessus : après quoy on verse le tout dans des bassins de cuivre, ou le salpetre reposant, au bout de 5 ou 6 jours se trouve tout congelé, le plus ferme est estimé le meilleur.

Voilà enfin la maniere de composer le salpetre, qui est le premier corps & le plus essentiel pour faire de bonne poudre ; mais il ne suffit pas étant seul, d'autant qu'y mettant le feu, il brule sans bruit, sans effort, & sans cette impetuosité que l'on voit à la poudre ; ce n'est donc que la premiere matiere.

2°. La seconde matiere qui entre dans la composition de la poudre, est le *soufre*, lequel, comme l'on sçait, se rencontre de plusieurs couleurs, du gris, du jaune & du verdatre ; le gris est nommé soufre vif, à cause qu'il est comme il sort de la terre, il est comme une espece de glaise ; le jaune qu'on nomme soufre à canon, simplement

à cause de sa figure, étant déja purifié de la terre la plus grossiere, est le meilleur de tous pour faire de la poudre.

3°. Pour ce qui est du *charbon*, qui est la troisiéme matiere, nous dirons que le bois de Bourdaine, autrement noir prun, mis en charbon est le plus propre de tous : quoique celui de saule soit assez bon, & même celui de coudrier, & d'aulne : la Bourdaine à l'écorce noire, tavellée de blanc, & le bois jaune, il faut en ôter l'écorce avant que de le convertir en charbon, ce qui se fait en la maniere ordinaire dont usent les charbonniers.

C'est donc de ces trois matieres dont on compose la poudre ; toute autre mêlange la gâte plûtôt qu'elle ne la rend bonne, du moins suivant les diverses experiences, & les differents changements qu'on y a apporté.

4°. Quant *à leur dose*, on met trois quarts de salpetre, & l'autre quart est partagé entre le charbon & le soufre, en telle sorte néanmoins que le charbon surpasse d'un tant soit peu le soufre, par exemple : voulant douze cens livres de matiere propre à faire la poudre, il faut neuf cens livres de salpetre, un peu plus de 150 livres de charbon, & le reste de soufre.

Ces trois matieres se mêlent dans un

mortier, où on les bat environ 20 heures d'horloge, se souvenant d'y verser de l'eau de quatre heures en quatre heures, de peur que venant à s'échauffer elle ne prenne feu tout d'un coup, & ne fasse perir ceux qui se trouveroient à la fabrique ; mais pour faciliter l'ouvrage, on a d'ordinaire des fouleries, où la poudre est battuë par des marteaux de bois agitez par des roües, & le mouvement des eaux, comme on le voit dans les fouleries ordinaires de drap, &c.

Cette matiere étant bien mêlée, on la tire du mortier, & la portant sur un crible, on la presse avec un rouleau de bois, par le moyen duquel la matiere en passant par les petits troux du crible, se forme en grains tels qu'on les voit, que l'on remue encore sur un tamis, afin de séparer la poudre d'un reste de poussiere qui n'a point de corps, & c'est de cette poudre fabriquée en gros grains dont on se sert à l'armée.

Car pour la poudre de chasse, quoiqu'elle ne soit point differente, pour la matiere de celle dont on vient de parler, elle doit être composée d'un salpetre d'une cuite au-dessus de celle dont on fait la poudre de guerre ; d'ailleurs on doit mettre moins d'eau dans sa composition, & on la bat un peu plus long tems ; le salpetre doit

être en roche : après quoy pour arrondir cette poudre après l'avoir passée par un tamis plus fin, & plus délié que le précédent, on la met dans plusieurs barils qu'on tourne, & dont le mouvement rend la poudre polie tout au tour.

REMARQUE.

LA poudre pour quelle soit excellente, doit avoir plusieurs qualitez, dont voicy la principale, qui est que faisant une traînée à terre, elle ne soit point lente à prendre feu, qui est la meilleure épreuve que l'on en puisse faire. De plus, il faut que la fumée s'éleve en colomne sans noircir & bruler ce qui la touche, ce qu'on experimente aisément en la faisant prendre feu sur la main; enfin une de ses qualitez exterieures est qu'elle ait la couleur d'ardoise, & qu'elle n'ait rien de brillant lorsqu'on l'expose au soleil; car étant fort noire, c'est une marque quelle abonde en charbon, & étant brillante au soleil, on connoit par là que le mêlange n'est pas parfait, ni les matieres bien pulverisées; & voilà enfin toute sa composition qui donne une idée suffisante de la nature de la poudre & de sa fabrique.

5°. Après avoir parlé de la nature de la

poudre & de sa composition, nous dirons icy en peu de mots ce qui paroit le plus raisonnable pour ses differents usages, & la maniere de s'en servir ; car pour ses effets, ils sont assez connus.

En premier lieu, il est certain que la violence de la poudre est la même que celle des forces mouvantes, par raport à la projection dont la puissance doit surpasser le poids qui doit être enlevé ou poussé loin ; car la violence de la poudre doit vaincre le fardeau qui lui fait obstacle, soit qu'elle le doive jetter bien loin, soit qu'elle le doive soulever, & le tirer du lieu où il est, autrement la puissance devenant trop foible, ou se trouvant dans une égalité de force avec la résistance du sujet, l'un & l'autre demeurant en équilibre, la poudre ne sçauroit avoir son effet.

Il faut donc connoître la quantité de poudre qu'il faut pour soulever ou chasser tel & tel fardeau, & prendre bien garde de proportionner cette quantité à la pesanteur du fardeau ; car la violence de la poudre ne doit pas beaucoup exceder le fardeau qu'elle doit soulever, sans quoy au lieu d'ébranler doucement & de boulverser son objet, elle ne feroit que le percer par en haut, laissant le plus fort de

sa masse dans son assiete ordinaire sans lui faire d'autre mal que de lui donner une légere secousse.

De plus, en considérant les effets de la poudre, on comprendra qu'elle peut augmenter ou diminuer à l'infini, en augmentant ou diminuant le nombre ou la masse de ses puissances, ce qui est si véritable que par l'expérience qu'on en fait tous les jours; cinq piéces de canon tirées toutes ensemble, font plus d'effet sur un mur d'une forteresse, que vingt-cinq piéces tirées l'une après l'autre; que plusieurs mines prenant feu toutes à la fois, ont plus de force que n'auroit le triple ou le quadruple de ces mines tirées consécutivement.

Une autre proprieté de la poudre, est qu'elle n'agit point avec violence si elle ne se trouve *enfermée*; car quoiqu'elle brule autour d'elle, cependant ses efforts ne sont pas si grands qu'elle puisse atteindre les objets qui en sont un peu éloignez; mais étant enfermée, elle bouleverse tout ce qui lui fait obstacle, comme l'expérience le fait connoître; elle chasse loin le corps qu'elle trouve avoir moins de résistance, & lui donne une telle impétuosité, que souvent se trouvant plus solide que le mur d'une forteresse, elle le brise & le met en piéces.

Enfin la derniere & la plus importante qualité de la poudre, c'est sa *promptitude*, qui fait qu'en un instant l'on voit d'une étincelle un funeste embrasement, & qu'il n'y a d'autre défaut en elle que sa fumée importune, ce qui l'empêche d'être le mixte le plus parfait de tous.

Sur ces principes, on peut se régler lorsqu'on voudra se servir de la poudre pour des opérations militaires.

En premier lieu, il faut prendre garde que sa puissance ne soit moindre que le fardeau qu'elle doit enlever, ni qu'elle soit dans un degré excessif de force, par les raisons qu'on vient de dire.

Secondement, lorsqu'il sera question de rompre ou de bouleverser quelque masse de terre ou de pierre, soit pour faire breche à un bastion par la mine ou par le canon, plusieurs amas de poudre séparez d'un espace raisonnable, ou plusieurs canons joints ensemble vaudront toûjours mieux qu'un seul, pourvû que tous ces amas agissent au même instant, ou que ces canons prennent feu à la fois, afin qu'unissant leur force, ils vainquent tous ensemble la résistance du sujet qui leur fait obstacle.

De plus, ayant à faire joüer quelque mine, il faut que l'endroit où elle est, soit

assez solide pour résister au-dessus, ou d'une distance raisonnable, sans quoi elle affoibliroit les voutes, & pourroit les rendre inutiles : il en est de même de celles qui sont à côté qui se trouveroient endommagées par l'effort de la poudre, qui agit presque uniformement autour d'elle.

Enfin comme trois actions différentes peuvent se rencontrer dans la poudre, qui est de soulever & de rompre *ce qui se fait par la mine*, de chasser loin de soi un fardeau pesant, *ce qui se fait par le mortier*, & de fraper de loin un mur, *ce qui se fait par le canon*; il faut prendre garde de bien proportionner toutes choses, & de suivre les expériences certaines que l'on a de ces différens efforts : par exemple.

Pour soulever & renverser un sujet, il ne faut qu'une once de poudre pour 100 livres de pesanteur.

Pour chasser loin une bombe de 150 livres jusqu'à 100 toises, il ne faut que 5 ou 6 livres de poudre.

Pour pousser un boulet avec grande violence, se servant de la poudre à canon, il faut la moitié de la pesanteur du boulet, ou un peu plus, tellement qu'à considérer ces trois mouvemens différens causez par la violence de la poudre, une livre de poudre ne peut guerre chasser fort loin que

30 livres de métal, au lieu que pour le ſoulever, une once ſuffit à 100 livres; ce qui eſt encore different de l'effort du canon ou 30 livres de métal, demandent du moins 15 livres de groſſe poudre; c'eſt ainſi que ſur de tels principes on peut proportionner toutes choſes.



SECTION SECONDE.

Du Canon.

QUOIQUE chacun connoiſſe la forme extérieure d'un *canon*, cependant il y a fort peu de perſonnes qui ſçachent l'énumération de ſes parties; ſa vertu, ſa proprieté & ce qui eſt néceſſaire à ſa conſtruction; ſa charge, ſa portée, la maniere de s'en ſervir, & les inſtrumens néceſſaires à ſes uſages; c'eſt pourquoi nous dirons icy, d'après un célebre Auteur, ce qui eſt le plus néceſſaire pour la connoiſſance de toutes ces choſes.

1°. Il n'y a que trois principales parties dans un canon; ſçavoir, la *culaſſe*, le *renfort*, & la *volée*; le reſte n'étant que des ornemens, qui ne laiſſent pourtant pas que

d'être utiles au canon pour le rendre plus aisément en équilibre sur ses tourillons ; toutes ses autres parties sont les suivantes.

Fig. 1. *pl.* LIII.

1. est donc la culasse.
2. le renfort.
3. est la volée.

A. est le bouton.
B. le renfort de la culasse.
C. en est la plate bande.
D. en sont les moulures.
E. est le champ de lumiere.
F. l'astragal.
G. est le premier renfort du canon.
H. est la plate bande ornée de moulures
I. est le second renfort du canon.
K. sont les ances pour élever le canon.
L. sont les tourillons.
M. la plate bande du second renfort.
N. la ceinture ou l'ornement de la volée.
O. est l'astragal de la ceinture.
P. est la volée.
Q. est l'astragal de la volée.
R. est le colet.
S. est la couronne ou le bourelet.
T. est la bouche du canon.
V. est l'ame du canon, c'est-à-dire, l'intérieur jusqu'au fond de la piéce.

La partie la plus forte du canon doit être *la culasse*, comme étant celle qui reçoit le premier mouvement de la poudre, aussi lui donne-t-on plus d'épaisseur qu'au-

reste de la piece ; l'ordinaire est de lui donner le diametre du boulet qu'on doit lui faire tirer, en sorte que depuis le haut de la lumiere jusqu'au point diamétralement opposé, il y ait trois diametres d'un boulet de calibre.

Ce qu'on apelle le *renfort*, souffre encore de la violence, mais non point tant que la culasse ; aussi le second renfort se trouve avoir moins d'épaisseur que le premier, *& la volée* encore moins, qui ne sert qu'à entretenir le feu de la poudre un peu plus long-tems, afin de donner au boulet plus de force.

2°. On dira icy en peu de mots que trois choses mêlées ensemble composent tout le corps du canon, qui sont la *rozette* ou *cuivre*, *l'étain* & *le leton*. La rozette est un cuivre refondu une ou deux fois, afin de le décharger de ses parties grossieres ; & le leton, ou cuivre jaune, est un mélange de cuivre & de pierre calamine ; quand à la dose de ces matieres, qui est la principale chose pour avoir des piéces de fonte qui soient bonnes ; les uns sur 100 livres de rozette mettant 9 livres d'étain & 6 livres de leton ; d'autres sur 100 de rozette veulent depuis 10 jusqu'à 20 livres d'étain & 20 livres de leton ; d'autres enfin sur une partie de cuivre jaune mettent un

tiers de rozette, un quart de vieux métal & un dix septiéme d'étain; voilà la composition de la matiere du canon: mais comme le mélange de plusieurs méteaux est quelque fois aussi nuisible qu'avantageux, nous ne nous arrêterons point icy à en pénétrer les raisons, parce que c'est plûtôt l'ouvrage & l'occupation des Fondeurs que d'un homme de guerre, nous n'avons seulement prétendu donner icy qu'une idée de la composition de la matiere du canon, passons maintenant à ses différentes especes.

3°. Pour la forme du canon, quoique l'extérieur change aujourd'hui rarement, comme on le voit dans tous les Arcénaux, où l'on ne trouve plus guerres que de 7 ou 8 sortes de pieces; cependant il est bon de sçavoir que l'on en trouve encore dans les Villes & les Forteresses d'une forme tout-à-fait antique, telle qu'est *le basilic*, de 48 livres de bale & de 10 pieds de longueurs; *le dragon* de 48 livres de balle & de 16 pieds de longueur; *le dragon volant* de 32 livres de balle & de 22 pieds de longueur, & plusieurs autres de cette sorte; dont l'usage doit les faire distinguer des piéces modernes, dont on se sert présentement, & qui sont réduites à 7 ou 8 especes; sçavoir.

Le

Le plus gros canon porte un boulet de 33 livres de balle, & n'a que 10 pieds de longueur, son poids est de 6200 livres; ceux qui suivent sont.

de 24 l. de balle	long de 10 pds	du poids de 5100 l.
de 16	long de 10 pds.	du poids de 4100 l.
de 12	long de 10 pds.	du poids de 3400 l.
de 8	long de 10 pds.	du poids de 1950 l.
de 4	long de 10 pds.	du poids de 1300 l.

Le canon de 16 livres de balle est nommé *coulevrine*, ou demi canon.

Celui de 8 livres est nommé *batarde.*

Celui de 4 livres est appellé *moyenne.*

Outre ces six sortes de piece qui sont de la même longueur, quoiqu'elles pesent bien différemment, on en trouve une de 8 livres de balle & de 8 pieds de longueur qu'on nomme *piece de campagne.*

Tous les canons qui sont inférieurs à ces premieres, sont nommez *faucons* ou *fauconnaux*, lesquels portent un boulet depuis un quart de livre, jusqu'à deux livres, & qui ont 7 pieds de long, & quelquefois moins; pour ce qui est de leur poids, il est aussi souvent different, car on en trouve qui pesent 150 liv. d'autres 200. 400. 500. & quelques fois 7 ou 800 livres.

REMARQUE.

QUoique tous les canons soient ordinairement percez en forme cilindrique, ensorte qu'un bois bien rond puisse entrer de dans, cependant on a trouvé que pour donner plus de violence à la poudre dont on charge la piece, le meilleur étoit de faire une chambre ronde au fond, & c'est de cette forme aujourd'hui que ces pieces sont nommées de la nouvelle invention.

On a cet avantage avec ces sortes de canons chambrez, qu'on chasse aussi loin un boulet, qu'avec les plus fortes pieces de l'ancienne façon, quoiqu'on les charge avec un tiers moins de poudre, & de plus, que n'étant pas si longues que les pieces ordinaires, elles sont moins pesantes, & conséquemment plus aisées à transporter, & leur service plus commode; mais il faut aussi avoüer que le grand effort qu'y fait la poudre, y cause souvent du désordre, d'autant que ces sortes de canons prenant feu, sautent sur leurs torrillons, rompent souvent leurs afuts, éraflent leurs embrasures, & sont sujets à crever lorsqu'ils sont échaufez. Il s'est trouvé des personnes, qui pour remedier à ces inconvenients, ont pratiqué dans ces sortes de canons une

chambre faite en forme de poire, ce qui les fait mieux réüssir ; cependant ce que nous en disons icy ne doit point servir de regle à personne pour se singulariser là-dessus.

4°. Une des choses les plus considerables dans la fabrique d'un canon, est sans contredit *la lumiere*, par où l'on fait prendre feu à la piece ; car comme c'est par là que la plûpart des canons sont rendus inutiles, parce qu'après avoir tiré plusieurs coups elle s'élargit, & fait par ce moyen diminuer l'effort de la poudre par sa trop grande évaporation, c'est pourquoy on ne sçauroit y apporter trop de précautions.

Les uns pour obvier à un tel desordre, ont fait le trou de la lumiere en biaisant jusqu'à l'ame ; d'autres croyant mieux faire, ont pratiqué dans la fonte un morceau d'acier où la lumiere est déja toute faite ; d'autres ont crû mieux réüssir en fondant le canon, de faire ensorte que sa lumiere fit comme un crochet dans sa descente vers l'ame, ou pour mieux dire qu'elle allât en se détournant jusqu'au fond.

Un des premiers machinistes de l'Europe a donné autrefois une nouvelle façon de lumiere pour le canon, qui est de pratiquer cette lumiere dans une grosse cheville de même matiere que le canon même,

laquelle ferme à vis le trou du canon où elle passe, & laquelle on retire quand on veut; cette cheville de métal, ou plûtôt cette clef étant tournée avec force & enfoncée jusqu'à l'ame, tient si fort, que suivant l'experience qu'on en a vû faire, après l'avoir fait tirer plusieurs fois à double charge, rien ne l'a pû ébranler.

Enfin, de toutes ces façons de lumieres, quoique bonnes dans un sens, mais pleines de défauts & d'inconveniens dans un autre, il faut avoüer que les plus simples, les plus commodes, & le moins sujettes de défauts, sont celles dont on use présentement dans toutes les pieces de canon que l'on fabrique, où l'on voit que la lumiere du canon est perpendiculaire à l'ame du canon, & dont l'ouverture est proportionée à la grosseur & épaisseur de la piece.

5°. Quant *à la charge* ordinaire du canon, on observera que si une once de poudre suffit pour soulever 100 livres de terre, il en faut bien trois livres pour porter loin un corps solide de même pesanteur, & pour le faire fraper rudement à peine 50 livres suffiroient; on entend icy parler de la grosse poudre, qu'on appelle *poudre à canon*; conséquemment pour chasser un boulet de 24 livres avec violence, il faut du moins 12 livres de pou-

dre, & quelques fois 18, & ainsi à proportion dans les autres pieces de différents calibres.

On observera aussi en chargeant le canon, de ne point refouler fortement la poudre, pour lui donner plus de force, il est simplement nécessaire de la serrer un peu, & de la couvrir d'un gros bouchon de foin, qu'on doit faire entrer avec force dans le canon.

6°. Pour ce qui est de *la mire du canon*, il n'y a qu'une chose à considerer, qui est, que mettant l'œil vers la culasse du canon, & regardant tout le long de la piece pour mirer à un endroit, on se trompe souvent de beaucoup; puisqu'il est sûr que le boulet donne toûjours plus haut que n'est l'objet où l'on vise, ce qui s'augmentera d'autant plus, que le canon sera éloigné de l'objet.

Cela se comprendra aisément par la *Fig. 9. pl.* LIII. où D. soit le but vers lequel on vise par le rayon de vûë CD. qui frise toute la longueur du canon. De plus AB. soit la ligne de l'ame par laquelle le boulet soit porté, il est clair que ces deux lignes AB. & CD. n'étant point paralleles, elles se doivent couper, ou croiser en un point comme F. lequel point de section se trouvant tant plus éloigné du but D. les lignes AB. CD. s'écarteront toû-

jours davantage, & conſéquemment le point P. où donnera le boulet, non ſeulement touchera plus haut que le point de mire, mais peut-être paſſera par-deſſus, & ira produire des effets qu'on n'a point envie qu'il produiſe, comme on le conçoit aiſément par la portée d'un canon tiré à toute volée.

Ainſi pour remédier à ce défaut, on a un morceau de bois que l'on poſe ſur le colet du canon, nommé *fronteau de mire*, lequel fait que la ligne de vûë eſt parallele à la ligne de l'ame du canon, & où l'on ne peut errer; mais il ſeroit encore mieux que ce fronteau de mire fût toûjours de métal comme le canon même, & lié avec lui par la fonte, comme on l'a pratiqué autrefois.

Enfin, pour tirer un canon à toute volée, il faut que ſa bouche ne ſoit pas élevée de plus de 45 degrez; car ſi elle l'étoit davantage, on perdroit preſque à chaque coup les boulets qu'on lui feroit tirer, & paſſeroit beaucoup au-deſſus du point de mire. On ſe ſert pour élever ou abaiſſer la bouche du canon de certains petits coins de fer, dont nous avons déja parlé.

7°. On a pluſieurs fois experimenté dans *la portée des canons*, qu'un canon de 33 liv.

de balle tiré à toute volée, a tiré jusqu'à 6000 pas communs, & 600 pas tiré horizontalement, ou comme l'on dit ordinairement *de but en blanc*.

Pareillement, qu'un canon de 24 tiré à toute volée, a fait le même chemin de 6000 pas commun, mais qu'il a été plus loin que le précédent de plus de 100 pas tiré horizontalement.

Qu'une coulevrine de 16 livres de balle tirée à toute volée a passée 8000 pas, & de but en blanc 800.

Qu'un canon de 12 livres de balle va 5000 pas à toute volée, & plus de 450 de but en blanc.

Qu'un de 8 livres de balle va 4500 pas à toute volée, & 400 de but en blanc.

Qu'un de 4 livres de balle porte 3000 pas à toute volée, & 300 de but en blanc.

Qu'enfin, un de deux livres de balle porte 1500 pas à toute volée, & 150 de but en blanc.

On remarquera icy que les plus longues pieces ne portent pas toûjours le plus loin, & qu'elles ne doivent pas passer 12 ou 15 pieds; que le plus grand effet du canon n'est pas celui de la grande volée, mais plûtôt celui qu'il produit, lorsqu'il est posé presque horizontalement, aussi est-ce

celui que l'on considere le plus.

8°. Plusieurs pour augmenter la force du boulet, mettent une boule de cire jeaune fonduë avec de l'antimoine sur le boulet seulement pour le premier coup, ce qui le fait porter plus loin; d'autres envelopent le boulet dans une peau trempée dans l'huile d'olive, ce qui fait, selon leur avis le même effet; mais la différence est bien grande entre ces deux manieres; dans la derniere, il faut recommencer à chaque operation, & enveloper le boulet d'une peau trempée dans l'huile d'olive, au lieu que par la précédente on peut tirer 30 ou 40 coups, sans y mettre une nouvelle boule de cire préparé avec l'antimoine; on peut à cette cire mêler quelque graisse ou moële de bœuf, d'autant que pour continuer l'effet, il faut que cette graisse échauffée s'attache en tirant à l'ame du canon, ce qui rend la poudre toûjours plus violente.

Pour rendre l'effort du canon plus violent, il faut le tirer perpendiculairement contre l'objet qu'on veut détruire, & le tirer souvent & avec promptitude; car lorsqu'on le tire obliquement, le boulet ne fait que glisser, & ne cause presque aucun domage à l'endroit qu'on veut renverser.

9°. Rien n'eſt ſi utile & ſi néceſſaire à une piece de canon que de lui trouver un bon *affut*, qui eſt une machine compoſée de deux flaſque d'orme, & de quatre entretoiſes de chêne le plus ſec qu'il eſt poſſible de trouver ; cette machine eſt montée ſur deux rouës, comme on le voit dans la *Fig. 9. pl.* LIII. & c'eſt ſur cette machine qu'on place le canon.

Un affut pour être bon doit durer long temps ſans ſe rompre, & qu'étant chargé de ſon canon, il ſoit aiſé à remuer pour le faire changer de lieu dans le beſoin, ou pour le faire marcher promptement dans une armée.

Il y a des affuts de differentes longueurs ſuivant la groſſeur des pieces de canon.

L'affut d'un canon de 33 livres de balle doit avoir 14 pieds de longueur.

Celui de 24 doit avoir 13 pieds & demy de longueur.

Celui de 16 a 13 pieds.

Celui de 12 en a 12 & demy.

Celui de 8 en a 10 & demy.

Et celui de 4 en a 10. Toutes leurs autres parties doivent avoir des largeurs, hauteurs, & épaiſſeurs proportionnées à ces differentes longueurs, nous n'en parlons point icy, parce que cela regarde plûtôt les conſtructeurs que les officiers.

Les affuts dont les rouages sont composez de jantes, raïs & moyeux, sont nommez *affuts de campagne*; *les affuts de place* ont souvent leurs roüages d'une seule piece de bois; outre ces sortes d'affuts, il y a encore *ceux de marine* dont on se sert dans les vaisseaux, lesquels sont bien differents des précédents, selon la *Fig.* 8. *pl.* LIII.

10°. La poudre seule ne suffit pas pour rompre de loin des murailles, ni renverser des regiments. Il lui faut des *boulets* pour produire de si terribles effets; ces boulets sont des especes de globes ou boules de fer qu'on met dans un canon, après qu'on y a mis la charge nécessaire de poudre, & le bouchon de foin pour la presser, il faut que ce boulet soit de calibre, c'est-à-dire approprié à la piece, & un peu moindre que le diametre, afin qu'en sortant il ne l'érafle, & ne le gâte. *Fig.* 10. *pl.* LIII.

On remarquera icy, que dans plusieurs endroits le millier pesant de boulets ne coute que 300 livres, qu'ainsi un boulet de 24 livres coute environ 14 sols & 8 deniers, & les autres de differentes grosseurs, à proportion de celui-là.

On charge bien souvent le canon de *boulets rouges*, qui sont des boulets ordinaires qu'on fait rougir dans un bon feu,

& sur une grille de fer, & lorsqu'ils sont bien rouges, on les transporte vite avec des pinces jusqu'au fond du canon, sans y mettre du foin dessus. Dans un pareil cas, après avoir chargé le canon avec beaucoup moins de poudre; on presse cette poudre avec de la terre glaise bien refoulée, & l'on nétoye bien le canon avec l'écouvillon mouillé; & lorsque le canon est tout pointé & amorcé, on y transporte le boulet rouge, comme nous l'avons dit, pour lors ayant mis promptement le feu à l'amorce, le boulet se trouve transporté avec moins de force sur le toit d'un bâtiment, où ne faisant que le penetrer & s'y arrêter, y met plus facilement le feu.

Souvent au lieu de boulets, on met dans le canon *un cartouche*, ce qui s'appelle charger à cartouche; ce cartouche a la forme d'un étuï de manchon, & est fait de toile, de papier & de parchemin, & mieux encore de fer blanc qu'on remplit de balles de plomb, de cloux, de chaînes, & de mitraye de fer, ce qui étant ajancé dans le cartouche, & enfoncé dans le canon lorsqu'il est chargé de poudre, écarte de tout côté, & cause beaucoup de domage aux logements des ennemis, romp les galleries, & tue tout ce qui est à la portée; mais il ne faut tirer le canon chargé à car-

touche qu'à une distance médiocre, c'est-à-dire ni de trop loin, ni de trop près, pour qu'il puisse avoir son effet. Il y a de plusieurs sortes de cartouches; mais en voilà assez pour en donner une idée.

Après avoir parlé des boulets, il est nécessaire de donner icy une table du calibre des pieces, & du poids des boulets.

Le calibre d'une piece de canon est le diametre de son embouchure, lequel diametre doit être plus grand que celui du boulet; car étant tiré, il doit sortir à l'aise, sans quoy il érafleroit & gâteroit le canon; ainsi supposant qu'un boulet pese seulement une once, son diametre doit être de 9 lignes, & le diametre de la piece de 9 lignes & $\frac{5}{16}$.

Si le boulet pese 2 onces, son diametre est de 11 lignes & $\frac{11}{32}$, & le calibre de la piece de 11 lignes & $\frac{3}{4}$.

Si le boulet est de trois onces, son diametre sera d'un pouce & d'une ligne, & le diametre du canon d'un pouce une ligne, & $\frac{7}{16}$. La Table suivante indiquera quel doit être le diametre & poids des boulets de même que le calibre des pieces.

TABLE.

Calibres des piéces.				Diametres des boulets.			
onc.	*pou.*	*lig.*	*frac.*	*onc.*	*pou.*	*lig.*	*frac.*
1	0	9	5/16	1	0	9	0
2	0	11	3/4	2	0	11	11/32
3	1	1	7/16	3	1	1	0
4	1	2	3/4	4	1	2	9/32
5	1	4	0	5	1	3	8/9
6	1	4	7/8	6	1	4	9/32
7	1	5	10/12	7	1	5	3/32
8	1	6	5/8	8	1	6	0
10	1	8	1/2	10	1	7	3/8
12	1	9	1/3	12	1	8	7/12
14	1	10	7/16	14	1	9	11/16

Calibres des piéces.				Diametres des boulets.			
liv.	*pou.*	*lig.*	*frac.*	*liv.*	*pou.*	*lig.*	*frac.*
1	1	11	1/2	1	1	10	11/16
2	2	5	19/32	2	2	4	9/16
3	2	9	12/16	3	2	8	2/3
4	3	1	5/16	4	3	0	0
8	3	11	0	8	3	9	3/8
12	4	5	3/4	12	4	3	15/16
16	4	11	7/12	16	4	9	1/6
24	5	7	5/8	24	5	5	1/31
33	6	3	12/32	33	6	0	25/32
48	7	1	1/3	48	6	10	3/8
60	7	7	29/32	60	7	4	3/4
64	7	10	0	64	7	6	3/4

11°. Après avoir parlé du canon, il faut dire icy quelque chose des *instrumens nécessaires au service du canon.*

Premierement, *la lanterne* est un instrument propre à recevoir la charge du canon, & la conduire jusqu'au fond de l'ame, on lui donne ce nom, parce qu'elle en a en quelque façon la figure; *sa hampe* est le bâton auquel cette lanterne est émanchée. *Fig.* 2. *pl.* LIII.

Le refouloir monté sur sa hampe, sert à refouler la poudre lorsqu'elle est au fond du canon; il a la même figure que la lanterne.

L'écouvillon monté sur sa hampe, garni d'une peau de mouton, la laine en dehors, sert pour netoyer & rafraîchir le canon; il y en a aussi qui sont couverts de soye de sanglier. *Fig.* 3. *pl.* LIII.

Le tire-boure, monté sur sa hampe, sert à décharger le fourage dans les occasions.

Le boute-feu, est un bâton auquel est attaché une méche brulant par les deux bouts. *Fig.* 5. *pl.* LIII.

Le chat, est un instrument de fer à crochets monté sur une hampe de bois, qui sert à visiter les piéces après leur épreuve, les crochets entrant dans les chambres du canon, s'il y en a.

Le dégorgeoir, qui sert à dégorger la lu-

miere quand elle eſt engagée par la crace ou par quelque ordure ; il doit être d'un bon fer, bien doux, ou de gros fil d'archal de peur qu'il ne ſe rompre dans la lumiere ; on le fait en taraire, en vis ou en triangle du côté de la pointe, & doit être de 12 juſqu'à 20 pouces de longueur.

Le fourniment, eſt comme une poire à poudre, contenant environ vne livre pour amorcer les piéces. Il doit être fermé avec un bon reſſort de cuivre crainte du feu ; ſa matiere eſt de corne ou de cuir boüilli, on le pend à un cordon que les Canoniers portent en écharpe.

L'entonnoir ſert à couler la poudre dans la lumiere des piéces.

Le fronteau de mire, ſert à pointer les piéces, comme on l'a déja dit. *Fig. 6. pl.* LIII.

Le coin de mire, ſert à hauſſer la culaſſe ; il eſt de bois d'orme ou de chêne, long de 12 à 15 pouces, large de 6 ou 8, haut de 5 à 8 par la tête. *Fig. 7. pl.* LIII.

Le chapiteau, eſt comme un petit toît de bois pour couvrir la lumiere.

Il faut outre cela des leviers pour avancer ou reculer le canon dans le beſoin.

12°. Lorſque le canon marche en campagne ; voicy l'attirail qui lui eſt néceſſaire.

Outre les instrumens dont on vient de parler, qui sont nécessaires au service du canon, & que l'on doit avoir double, on a encore besoin de chevaux, charettes & autres voitures propres pour le tirer & porter ses munitions; on sçaura donc icy qu'un cheval d'artillerie peut traîner partout 300 pesant, qu'ainsi 4 chevaux traîneront toûjours 1000 ou 1200 livres; c'est pourquoi raisonnant sur la pesanteur ordinaire de canon, & trouvant qu'une piéce de 33 livres de boulet pese 6000 livres & quelque fois 6200 livres, en divisant ce nombre par 300, on trouvera 20 chevaux nécessaires à son service; mais parce que les *forces unies* s'augmentent, il faut rabattre un quart ou un tiers de ce nombre, ce qui donnera du moins 15 ou 16 chevaux d'artillerie pour le traîner, lorsque ce nombre n'est pas suffisant à cause de la difficulté des chemins ou autrement, il est aisé de l'augmenter.

Ainsi il faut toûjours avoir pour regle que la grosseur des piéces doit déterminer le nombre des chevaux; car si la piéce est de 12 liv. il en faut 6 pour le servir, pour un de 16, il en faut 8, pour un de 33, il en faut 16, ainsi de toute autre charge qu'on doit compter sur le pied de 300 pesant pour chaque cheval.

Conséquemment il faut 4 chevaux pour traîner une charette chargée de 500 boulets de 24 livres chacun.

Il faut 4 chevaux pour 100 boulets chacun de 12 livres

Il faut 4 chevaux pour 150 boulets de 8.

Il faut 4 chevaux pour 286 boulets de 4.

Pareillement une charette à 4 chevaux porte 400 liv. de poudre, avec 400 liv. de plomb, & 300 ou 400 liv. de méche; ou bien 1000 ou 1200 liv. de poudre contenue en 10 ou 12 barils de 100 liv. chacun, ou en 5 ou 6 barils de 200 liv. toûjours sur le même principe de 500 l. avec lequel on peut régler tout l'atirail d'un canon.

Il faut aussi pour le service de chaque canon, deux canoniers & six soldats.

13°. Nous avons assez parlé du canon; pour ne point oublier icy de donner quelque connoissance *des batteries de canon*, & de ce qui se pratique ordinairement dans une batterie; car pour ce qui regarde la construction, on peut l'apprendre dans les Traitez des Fortifications que tant de célebres Auteurs * ont mis au jour.

Nous dirons seulement icy qu'il faut qu'elle soit construite bien *parallelement* à la muraille qu'on doit battre, afin que les coups tirez soient perpendiculaires pour

* M. Belidor.

faire mieux entrer le boulet dans la muraille & la détruire plûtôt, & que du milieu d'une ambrazure à l'autre, il y ait *du moins* 18 *pieds ou* 3 *toises de distance* pour n'y être point incommodé. *La hauteur du parapet d'une batterie* doit être partout également élevée, c'est-à-dire, de 6 ou 7 pieds de hauteur, & dans l'endroit de l'embrazure elle doit avoir 3 pieds de hauteur, ce qu'on apelle *la genoüillere.*

On doit remarquer que le nombre des travailleurs doit être quadruple du nombre des toises prises pour le front de la batterie, & que les travailleurs ou pionniers doivent avoir le double des instrumens qui leur sont nécessaires, lesquels doivent être pour du sable des *pêles férees* appropriées au terrain.

Car pour une terre grasse il faut beaucoup *de bêches* pour des pierres ou de la terre ferme; des *hoyaux* ou *pichoyaux.* De plus, il doit y avoir dans une batterie des *serpes*, de *masses* de bois, des *haches*, des *demoiselles* pour battre la terre, deux de chaque façon par piéces, des *facines* & des *piquets.*

Les *facines* doivent être longues de 5 à 6 pieds, de 10 pouces de diametres au moins, & chacune trois bons liens. *Fig.*19. *pl.*LIV.

Les *piquets* doivent être de trois pieds &

demi de longueur, & d'un pouce & demi de diametre par le gros bout.

Chaque batterie doit avoir à chacun de ses flancs *un épaulement*, lorſqu'on craint que l'ennemi puiſſe l'abattre *en roüage*, c'eſt-à-dire, par les côtez ou à ricochets.

Dans chaque batterie à chaque embrazure, on y pratique *des plattes formes*, pour y placer ou aſſeoir le canon; ces plattes formes ont ordinairement la figure d'un trapeſe, & ſont faites d'un grand bois apellé *hurtoir*, de 9 pieds de longueur ſur 9 à 10 pouces en quarrez, & de 18 gros madriez, dont le dernier, ſelon leur arrangement, doit avoir 18 pieds de longueur; cette platte forme depuis le hurtoir juſqu'au dernier madrier, doit être relevée de 9 ou 10 pouces.

Il doit y avoir auſſi dans chaque batterie un grand *magaſin à poudre* pour toute la batterie capable de contenir 50 barils de poudre, & éloigné de 60 ou 80 pas, qu'il faut mettre à couvert de quelque *redent* ou *épaulement*; outre ce magaſin général il doit y en avoir de petits de deux piéces en deux piéces, & éloignez de 10 ou 12 pas, leſquels doivent être couverts de faſcines; ces petits magaſins ne doivent avoir que 2 barils chacun, enfin on doit avoir de munitionspour tirer au moins 100 coups par piéces.

Les *boulets* se mettent par piles derriere chaque merlon de la batterie, & afin qu'une batterie soit bien servie, il faut pour chaque piéce de canon 2 Canoniers & 6 Soldats, & pour toute la batterie un Commissaire ordinaire & un extraordinaire, 2 Provinciaux pour commander l'un à droite, & l'autre à gauche lorsque la batterie est de 6 piéces.

Le canon après avoir tiré 10 ou 12 coups doit être rafraîchi avec l'écouvillon moüillé, & pour cet effet il faut à chaque batterie un ou deux tonneaux pleins d'eau; on observera aussi que lorsqu'on charge le canon, un des soldats doit en boucher avec le doigt la lumiere.

Voicy ce qui est néceſſaire à une batterie de deux piéces de canon de 24, & qui doit servir de regle pour toute autre batterie à proportion du nombre & de la qualité des piéces.

Fascines de 9 pieds & de 8 à 9 pouces.	120	45	c'est-à-dire qu'au lieu de 24 piéces si on en met 3 en batterie, il faut à 120 en ajoûter 45
Fascines de 12 pieds pour les embrazures.	40	20	ce qui fera 165.
Fascines de 5 à 6 pieds & de 5 à 6 pouces.	200	100	
Piquets de 3 à 6 pieds de longueur.	250	220	

Masses pour enfoncer les piquets.	10	4	
Serpes pour les embrazures, & 2 *haches* par batterie.	4	2	
Bêches, *pêles férées*, *boyaux picboyaux.*	70	15	
Cordes cordeaux pour les alignemens.	84		cette longueur s'augmente à discrétion.
Soldats pour construire.	*pieds* 50	10	
Madriers pour les plattes formes de de 2 à 2 pouces & demi.	32	16	
Soldats pour le service de la batterie.	12	3	
Canoniers pour le service de la batterie.	4	2	
Poudre pour tirer 100 coups à 12 liv. chaque coup.	2400	1200	Ceci change selon la grosseur des piéces.
Boulets de 24 pour 1 jour.	200	100	
Longueur de batterie, toises.	7	3	

& ainsi de toute autre chose à proportion.

SECTION TROISIE'ME.

Des autres Machines de Guerre.

Des Mortiers à bombe, de leur charge de leur dépenſe & de leur exécution.

LE Mortier à bombe eſt un eſpéce de canon plus court que les canons ordinaires, mais beaucoup plus large, monté ſur un affut plat en forme de quarré, & quelque fois ſur quatre petites rouës, il a encore cette différence que la chambre où l'on met la poudre, eſt beaucoup plus étroite que n'eſt le calibre du mortier. *Fig.* 10. *pl.* LIV.

La maniere de ſervir un mortier, eſt de charger de poudre ſa chambre, de la couvrir de fourage qu'il faut refouler, de faire enſuite comme un lit de terre ſur lequel on poſe la bombe la fuſée en dehors, autour de laquelle on met encore de la terre que l'on ſerre, & qu'on ajuſte avec un couteau de bois.

On met ensuite le feu à la fusée de la bombe, & après à la fusée du mortier pour la faire porter en l'air, & la faire crever dans un lieu destiné.

La bombe est connuë de tout le monde, chacun sçait que c'est un boulet de fer creux en dedans que l'on remplit de poudre, & dont la bouche est fermée par une *ampoulette* de bois percée tout du long, comme A. *Fig.* 11. *pl.* LIV. laquelle on remplit d'une composition lente, qu'on nomme *fusée*, & cette fusée ou composition doit durer non seulement tandis que la bombe reste en l'air; mais quelque petit moment après qu'elle est tombée à terre; afin qu'elle puisse produire l'effet qu'on en attend. *Fig.* 12. & 13. *pl.* LIV.

La matiere du mortier est la même que celle du canon; mais sa forme & sa grandeur sont tout à fait differentes; car sans parler de leur longueur & de leurs épaisseurs, les mortiers ordinaires sont de 6, de 7, de 8, de 9, de 10, de 11 & souvent de 12 pouces de calibre, & l'on en trouve même de 18.

Leur chambre où l'on met la poudre est pareillement diverse; car les unes contiennent 2 livres de poudre, les autres 3, les autres 4, 5, 6, & souvent jusqu'à 12 l. suivant la grandeur des calibres, & la pe-

ſanteur de la bombe, qui en eſt la regle ordinaire; car, comme on a dit ailleurs, une livre de poudre ne pouvant chaſſer fort loin guerre plus de 30 livres peſant, ayant examiné la peſanteur d'une bombe toute chargée, il ſera aiſé de ſçavoir quelle quantité de poudre la chambre du mortier doit contenir.

Cette chambre eſt faite ordinairement d'une forme cylindrique, dont le fond eſt un peu arrondi, comme A. *Fig.* 11. *pl.* LIV. mais il y en a d'une nouvelle invention, qu'on nomme à l'Eſpagnole, & qui ſont concaves rondes, ou bien en forme de poires, on prétend que celles-cy chaſſent plus loin que les chambres ordinaires, elles peuvent contenir 8, 12 & quelquefois 18 livres de poudre.

REMARQUES.

Sur la portée des mortiers, la peſanteur des bombes & leurs diametres.

UN *mortier de* 18 *pouces &* 4 *lignes de calibre*, porte une bombe remplie de 48 livres de poudre, & peſe ſans la poudre 400 livres; la bombe a 17 pouces & 10 lignes de diametre.

Un mortier de 12 *pouces &* 6 *lignes de calibre*, porte une bombe remplie de 15 liv. de

de poudre, & qui pese sans la poudre 130 livres, la bombe ayant 11 pouces 8 lignes de diametre.

Un mortier de 8 pouces & 4 lignes de calibre, porte une bombe remplie de 4 livres de poudre, & qui pese sans la poudre 20 liv. la bombe ayant 6 pouces de diametre.

Le milier pesant de fer coulé en bombes; coute environ 40 livres, ainsi le cent pesant vaut 4 livres, tellement qu'une bombe de 500 livres coute environ 20 livres sans la poudre, & ainsi des autres à proportion, & suivant les different païs où l'on se trouve.

Enfin, pour qu'une bombe soit bien faite, & bien conditionée, elle doit être d'un fer doux & liant, pour éviter les soufflures, les chambres & les évents, bien nette par dedans, de même épaisseur par tout, excepté vers le *culot*, qui doit être plus fort, ensuite bien ronde par de hors, & bien ébarbée, ses *ances* entieres, & sa *lumiere* saine.

REMARQUES.

Sur la fusée des Bombes.

APrès qu'une bombe est remplie de poudre, on ferme sa lumiere avec une cheville de bois, nommée *ampoulette*,

qu'on enfonce de dans à grands coups de maillets; cette cheville doit être percée tout du long pour être remplie d'une composition lente, & lorsque cette cheville est remplie, on la nomme *fusée*, comme A. *Fig*. 12. *pl*. LIV.

Cette *ampoulette* doit être de bois de tilleul, du saule, ou d'aulne bien seche, & sans aucune fistule, bien nette, & bien percée.

La *fusée* se fait différemment, suivant le gout des artificiers; les uns la font avec une livre de poudre, deux ou trois onces de charbon, l'un & l'autre bien broyez; d'autres la composent de 4 livres de poudre, 2 de salpetre, & une de soufre; enfin on la compose d'une mesure de soufre, 2 de salpetre, & 5 de pulverin.

Observations faites sur le jet des bombes.

I.

UN mortier de 12 pouces de calibre, & de l'ancienne façon, posé à 45 degrez, & chargé de 2 livres de poudre, a porté sa bombe jusqu'à 360 toises, & a diminué à chaque degré d'élevation de 48 pieds.

Posé à 45 degrez, & chargé de 2 liv. $\frac{1}{2}$ de poudre, a porté la bombe à 450 toises,

& a diminué à chaque degré de 60 pieds.

Posé à 45 degrez, & chargé de 3 liv. de poudre, a chassé la bombe à 540 toises, & a diminué à chaque degré de 72 pieds.

Posé à 45 degrez, & chargé de 5 ou 6. l. de poudre, qui est la plus grande charge, a porté la bombe jusqu'à 700 toises.

II.

Un mortier de 8 pouces de calibre posé à 45 degrez, & chargé d'une demie livre de poudre, a porté la bombe à 315 toises, & a diminué à chaque degré de 42 pieds.

Posé à 45 degrez, & chargé de 3 quarterons de poudre, a chassé la bombe à 465 toises, & a diminué à chaque degré de 62 pieds.

Posé à 45 degrez, & chargé d'une livre de poudre, a porté la bombe jusqu'à 615 toises, & a diminué à chaque degré de 82 pieds.

Voilà les observations qui ont été faites sur les mortiers ordinaires; mais depuis l'invention des chambres rondes, on a trouvé qu'un mortier de 6 pouces & $\frac{1}{4}$ de calibre, chargé d'un peu plus d'une livre de poudre, a chassé la bombe de 20 livres de fer, & de 3 livres $\frac{1}{2}$ de poudre, jusqu'à 640 toises.

Un mortier de 8 pouces & 4 lignes de calibre, chargé d'une livre & $\frac{3}{4}$ de poudre, a porté sa bombe de 35 livres de fer, & de 4 livres de poudre, jusqu'à 850 toises.

Un mortier de 12 pouces, ou 12 & $\frac{1}{2}$ de calibre, élevé comme les précédents de 45 degrez, & chargé de 5 ou 6 livres de poudre, a porté la bombe depuis 1200 jusqu'à 1300 toises.

Et enfin, un mortier de 18 livres de poudre a porté sa bombe 15 ou 1600 toises, aussi le mortier seul pese 5000 livres, & la bombe plus de 500. On peut sur ces differentes observations se regler sur la portée & le jet des bombes, lorsqu'on en trouvera l'occasion.

REGLES

Pour abreger ou augmenter la portée des bombes, jusqu'à 45 degrez.

QUoique l'usage, & une pratique souvent réiterée, serve plus à porter une bombe dans un endroit déterminé, que toutes les regles qu'on en peut donner, ce qui dépend de la qualité de la poudre & du battage; cependant nous ne laisserons

pas de donner icy quelques préceptes pour augmenter ou pour diminuer ces portées à discretion.

I. PRATIQUE.

ETant donnée la distance 1680 pieds ; trouver quelle doit être l'élevation du premier mortier, suivant la premiere observation.

Divisez 1680 par 48, & le quotien 35 sera le degré d'élevation, c'est-à-dire que pour pousser la bombe jusqu'à 1680 pieds d'éloignement, il faut élever le mortier de 35 degrez.

Autre pratique sur le même mortier, & selon la seconde observation.

ETant connue la distance de 2400 pieds, trouver quelle doit être l'élevation du mortier pour porter jusques-là ; divisez les 2400 pieds par 60, & le quotien 40 degrez sera l'élevation requise ; le même se fera pour toutes les autres distances.

Deuxiéme pratique avec le second mortier

ETant posé le mortier sur 25 degrez ; trouver jusqu'où ira la bombe, multi-

pliez ces 25 degrez par 42, & le produit 1050 fera la portée du mortier, suivant un tel degré.

Autre pratique avec le second mortier.

ETant connue la portée de 1984 pieds sous l'élevation de 32 degrez, trouver par la seconde observation quelle sera la plus grande portée, c'est-à-dire à 45 degrez, soustrayez 31 degrez de 45, & le reste 13 étant multiplié par 62, le produit 806 étant ajouté à 1984, donnera 2790 pieds pour la plus grande élevation du mortier.

Autre pratique pour trouver la portée d'un mortier pour chaque degré d'élevation.

ON suppose qu'on la connoisse déja sous un certain degré; par exemple, si un mortier élevé de 30 degrez a chassé une bombe jusqu'à 1000 toises, on demande jusqu'où il chassera étant élevé à 45 degrez, dites par la regle de trois.

Comme le sinus du double de 30 degrez est au sinus du double de 45 degrez, ainsi 1000 toises sont au nombre de toises cherchées, qui sera de 1154 toises à l'élevation

de 45 degrez, c'est-à-dire si le sinus de 60 degrez donne le sinus de 90, combien 1000 donneront-ils, le produit sera le même 1154 toises; mais comme il arrive souvent qu'on n'a pas avec soi les tables de sinus, en voici une dressée exprès par *Galilée* & *Toricelli*, que nous avons crû faire plaisir au Lecteur de placer en ce lieu pour sa commodité.

degrez.	*minutes.*	*sinus.*	*degrez*	*minutes.*	*sinus.*
89	1	349	70	20	6428
88	2	698	69	21	6695
87	3	1045	68	22	6947
86	4	1392	67	23	7193
85	5	1736	66	24	7431
84	6	2079	65	25	7660
83	7	2419	64	26	7880
82	8	2566	63	27	8090
81	9	3090	62	28	8290
80	10	3420	61	29	8480
79	11	3746	60	30	8660
78	12	4067	59	31	8829
77	13	4384	58	32	8988
76	14	4695	57	33	9135
75	15	5000	56	34	9272
74	16	5299	55	35	9397
73	17	5592	54	36	9511
72	18	5870	53	37	9613
71	19	6157	52	38	9703

degrez.	*minutes.*	*sinus.*	*degrez.*	*minutes.*	*sinus.*
51	39	9781	47	43	9976
50	40	9848	46	44	9994
49	41	9903	45	45	10000
48	42	9945			

Remarquez que la bombe eſt chaſſée également loin, ſoit qu'on éleve le mortier à l'angle dont le ſinus eſt double, ſoit qu'on l'éleve à celui de ſon complement; c'eſt pourquoi dans la table précédente le ſinus d'un degré, eſt auſſi ſinus de 89, qui eſt le complement juſqu'à 90. Ce ſinus eſt le ſinus total des tables ordinaires.

Autre pratique pour la converſe de la propoſition précédente.

ETant connuë la plus grande portée du canon mortier; par exemple, de 1154 toiſes, trouver le degré d'élévation pour chaſſer la bombe à 1000 toiſes ſeulement. Faites cette annalogie.

Si 1154 donnent 1000, le ſinus du double de 45 degrez, combien pour le ſinus du double des degrez requis, il viendra au quatriéme terme 60 degrez, dont la moitié

30 sera l'élévation du canon ou mortier ; ceci supose les Tables de *Vlacq* : car dans la précédente les sinus sont du double de chaque angle.

Des Batteries à Mortiers.

UNe batterie à mortiers n'a point de différence d'une batterie pour le canon, sinon que son épaulement n'a point besoin d'embrazures pour tirer, & que la platte forme sur laquelle on pose un mortier, est plûtôt d'une figure rectangle, que de tout autre forme ; chaque platte forme est de *9* pieds de long, & de *6* pieds de large.

Les plattes formes doivent être séparées entr'elles de *6* pieds, & éloignées de 3 pieds seulement de l'épaulement.

Pour deux mortiers, il faut un magasin à poudre éloigné de 10 à 12 pieds.

Les bombes, toutes chargées, doivent être éloignées des mortiers de 5 ou *6* toises en arriere des magasins à poudre, & paralleles.

Le grand magasin à poudre doit être éloigné de 20 ou 25 toises sur la droite de la batterie, avec un chemin pour y aller.

Pour le service d'un mortier, il faut ordinairement 5 *soldats bombardiers* ou autres ; de plus il faut 5 *bons leviers*, une *demoiselle* pour refouler le fourage & la terre, une *pêle*, un *pichoyau*, une *civiere* pour porter la bombe ; il seroit encore mieux de la faire porter par deux soldats au moyen de ses ances qu'on acroche à une barre, & que les deux soldats mettent ensuite sur leurs épaules, un *racloir de fer* de deux pieds de long, dont un bout doit être large de 4 pouces en rond, replié en patte de 3 pouces pour nétoyer l'ame & la chambre du mortier ; l'autre bout doit être fait en forme de petite cuëillere pour nétoyer la petite chambre ; *deux dégorgeoirs* pour nétoyer la lumiere ; *un couteau* de bois d'un pied de long pour serrer la terre autour de la bombe ; *deux coins de mire*, *deux boutefeux*, & un *quart de cercle*.

Des Carcasses.

ON tire encore avec le mortier certaine espece de bombe, qu'on nomme ordinairement *carcasses*. *Fig.* 14. *&* 15. *pl.* LIV.

La carcasse, est une bombe ou balle à feu

de figure ronde, & quelque fois oblongue, composée de deux cercles de fer passez en sautoir l'un sur l'autre, ayant au bas comme une écuelle de fer, à laquelle sont attachez ces deux cercles ; on remplit cette machine de petits canons & de petites grenades chargées, que l'on mêle avec d'autres feux d'artifices pour brûler longtems & faire son effet en tirant à plusieurs reprises ; on la couvre d'une grosse toile gaudronnée, & toute cette composition prenant feu par une fusée à la façon des bombes, & chassée par le mortier, la va porter dans les endroits que l'on veut détruire ; ces sortes de machines font beaucoup de ravage lorsqu'elles tombent sur quelque Régiment d'Infanterie ou de Cavalerie.

L'on y pratique souvent beaucoup de crocs de fer, afin que partout où elle peut s'accrocher en tombant, elle puisse y mettre le feu. *Fig.* 15. *pl.* LIV.

Des Grenades.

LA *Grenade*, est un espece de petit globe de fer creux en dedans comme une bombe, de la grosseur d'un boulet de

4 livres, & qui n'en pese que deux ; elle peut contenir 4 à 5 onces de poudre ; elle est faite pour la jetter avec la main dans les tranchées, dans des retranchemens, dans une sortie, ou enfin dans une breche lorsque l'ennemi monte à l'assaut. *Fig.* 16. *pl.* LIV.

Il faut qu'une grenade pour être bonne, soit bien vuidée, bien ébarbée, d'un fer aigre & cassant, mais sans souflures ; sa lumiere doit avoir environ 6 lignes de diametre ; on se sert de petites lanternes de cuivre & de baguettes de bois avec des maillets pour les charger & presser la poudre.

La grenade étant chargée de bonne poudre, on y met une ampoulette comme à une bombe, & cette ampoulette porte une fusée d'une composition assez lente, pour qu'elle ne créve pas à la main lorsque le Grenadier y met le feu, & pour cela, il faut pouvoir compter jusqu'à 25 pendant la durée d'une fusée, laquelle doit avoir 2 pouces & demi de longueur, & 9 lignes de diametre par le haut, & 6 lignes par le petit bout qu'il faut couper en pied de chevre. Cette fusée peut être composée de poudre pulverisée avec du salpêtre en farine & du souffre.

Le millier d'ampoulettes, sans être char-

gées, coûte environ 10 livres.

Il y a d'autres espéces de grenades qu'on ne tire qu'au moyen d'un mortier grenade; mais comme elles ne sont pas beaucoup en usage, nous ne nous y arrêterons pas. Ces grenades sont aussi grosses que des boulets, de 33, de 24, de 16 & 12 livres; on s'en sert cependant quelque fois pour rouler du haut d'un rempart dans le fossé pour y incommoder les travailleurs ou les mineurs.

Des Petards.

LE *Petard* est un instrument de métal en forme de chapeau à l'Espagnol, ou d'un cone tronqué qu'on remplit de poudre & qu'on ferme d'un bon madrier; sa lumiere est à peu près comme celle du canon, & son effort sert à rompre les portes, herses, pont-levis & barrieres, comme A. *Fig.* 17. *pl.* LIV.

Les petards ne sont pas de même hauteur ni épaisseur; l'ordinaire cependant est qu'ils ayent 10 pouces de hauteur, dix pouces de largeur par la bouche, & sept pouces par le culot, leurs poids est depuis 40 jusqu'à 50 livres; les petards extraordinaires ont depuis 15 jusqu'à 20 pouces de haut, & 6 à 7 pouces de calibre par l'ame.

Pour ce qui eſt du madrier qui ſe met ſur la bouche du petard, on le barre ſouvent en ſautoir avec des barres de fer ou autrement comme B. *Fig.* 17 *pl.* LIV. pour le rendre plus ferme & plus ſolide, ſon bois eſt de l'épaiſſeur d'un madrier ordinaire, c'eſt-à-dire d'environ un demi pied, ſa figure eſt rectangle, ayant à l'un des côtez deux pieds de longueur, & de l'autre un pied & demi.

Quelquefois on couvre le petard avec un madrier, dans lequel on fait un entaille pour recevoir la bouche du petard; ce madrier doit être aſſez large pour deborder de la largeur du demi diametre du petard, & doit être d'une groſſe piece de bois.

Lorſqu'on veut petarder une porte, il faut avoir des tirre-fonds tous prêts, & de gros crochets pour y attacher le petard ſans aucun bruit, au moyen des ances qui ſont pratiquées au petard; la bouche de ce petard doit être du côté de la porte, laquelle ſe renverſera par l'effort du madrier qui ſera pouſſé contre elle; la fuſée du petard doit être d'une compoſition aſſez lente pour donner le tems au petardier de ſe retirer après y avoir mis le feu; elle doitêtre com poſée de 8 parties de poudre ſur quatre de ſalpetre & deux de ſouffre.

Des Pierriers.

LE *Pierrier* eſt une eſpece de canon qui ſe charge par le renfort, & qui conſéquemment eſt ouvert par les deux bouts. *Fig.* 21. *pl.* LIV. on en fait de fer, à l'uſage des petits vaiſſeaux marchands pour ſe deffendre contre les barques ennemies; mais ceux de fonte ſont pour des places fortes, où ils ſont ſouvent d'un grand ſervice; ces ſortes de machines pouvant plus aiſément plonger, ou tirer du haut en bas que les canons ordinaires, & être tirées ſix coups contre un. Il eſt même certain que cette eſpece de canon étant bien faite, peut faire plus d'effet que le canon ordinaire, tant pour l'attaque, que la deffenſe des places; mais principalement dans une bataille, où un pierrier bien juſte peut tirer plus de cent coups contre 20.

On appelle ces ſortes de machines *pierriers* ou *perriers*, parce que le plus ſouvent on ne les charge que de pierres, quoiqu'on y puiſſe mettre auſſi de petits boulets, ou grand nombre de petites balles; mais pour que les pierres faſſent un bon effet, on ne doit pas tirer de fort loin.

La maniere de charger un pierrier, eſt

de mettre en premier lieu les balles ou les cailloux par le derrier de la volée, après quoy on y enfonce une boëtte faite exprès, laquelle est chargée de poudre, suivant la charge ordinaire, à laquelle on met le feu par sa lumiere comme au canon; après qu'on l'a bien solidement enfoncée dans le pierrier & arrêtée par derriere; ce pierrier commun est posé sur un pivot qui tient à ses deux tourillons, lequel pivot tourne horisontalement sur son chantier, tandis que les tourillons tournent la bouche du pierrier en haut ou en bas selon qu'on veut mirer; on peut aussi le monter sur un affut ordinaire de canon.

Des Mines.

COmme *l'art de miner* est une partie des plus considerable de la guerre, il il est nécessaire qu'elle soit connuë de ceux qui en font profession, ainsi les travaux d'une tranchée ayant été poussés jusques sur le bord du fossé, la sape de la contrescarpe étant faite, & après qu'on a passé le fossé au moyen d'une gallerie, & lorsqu'on est enfin arrivé au pied du mur de face du bastion, ou de la demie lune, ou de tout autre ouvrage auquel le mineur voudra

s'attacher. Il faut que le Capitaine des Mineurs juge tant de l'épaisseur du mur, & de la qualité de la terre qui est derriere, & de la masse qu'il doit enlever par la mine, ce qu'il peut faire avec la connoissance exacte d'un profil.

1°. Le mineur entrera donc dans le *trou* que le canon aura déja commencé, & l'ouvrira d'abord jusques à 4 ou 5 pieds en quarré, & ayant penetré toute l'épaisseur du mur jusqu'à la terre, il fouillera vers la gauche derriere le mur jusqu'à 18 ou 20 pieds plus ou moins, suivant le besoin, au bout desquels il fera une *chambre de mine* ou *fourneau* A. qui tiendra deux ou trois pieds dans le mur suivant son épaisseur, laquelle chambre sera approfondie de deux pieds en quarré, ensorte qu'elle puisse contenir 4 ou 500 livres de poudre, & en même temps qu'il poussera ce *rameau* B. vers la gauche, l'on en conduira un autre semblable vers la droite avec une seconde chambre de mine; ensuite on fera un autre rameau en ligne droite d'un enfoncement de 12 pieds, au bout duquel fouissant à droite & à gauche de 8 pieds, on y fera à chaque bout une chambre qu'on remplira de poudre, comme les deux autres, à 100 livres de moins qu'aux autres.

2°. Lorsque *ces rameaux* & *ces chambres*

feront faits, & qu'on y aura placé cette quantité de poudre, soit dans des sacs, soit dans des barils de 50 livres chacuns, ensorte que les chambres soient toutes pleines & sans aucun vuide, on passera de bons madriers dessus afin de couvrir toute la poudre, & d'autres en croix encore pardessus, l'on soutiendra le reste de la chambre par un *madrier* porté par *des étançons* qui arbouteront, les uns inclinant du côté exterieur du mur, & les autres du côté interieur; ensuite le mineur remplira tout le vuide, tant des chambres que des rameaux, de terre, de fumier, de briques, de moilon, & autres choses pareilles.

Remarquez qu'avant de remplir tout le vuide, ou pour mieux dire, à mesure qu'on le remplit, & en se reculant, le mineur doit mettre le bout d'un *saucisson* à la chambre de mine, qu'il doit faire regner d'une chambre à l'autre, & tout le long des rameaux, avec une telle proportion, que le saucisson puisse mettre feu dans le même temps à toutes les chambres, afin que la mine puisse avoir totalement son effet.

Ce *saucisson* est comme un grand foureau de toile cirée où pourroit entrer une balle de tripot; il doit être rempli de poudre, & doit être assez long pour aller en recu-

lant jusqu'à l'entrée du fossé, qui est le bout qui doit prendre feu par une composition lente d'abord, afin de donner le temps au mineur de se retirer ; & afin que la terre qu'on met dessus ne l'écrase pas, il doit être enfermé dans un canal de bois ; ainsi au moyen de quatre chambres ou fourneaux tels qu'on vient de parler, & avec la même quantité de poudre, on peut faire faire à la mine une breche de 10 ou 12 toises de large, laquelle comblera près de la moitié du fossé plus ou moins ; suivant sa largeur & profondeur.

REMARQUE.

TOut mineur doit connoître, 1°. Non seulement la qualité des terres, mais même leur pesanteur, pour pouvoir charger sa mine à propos, ainsi que celles de la maçonnerie ; car le pied cube de terre nouvellemeut remuée peut péser 90 livres, celui de sable 150 livres, celui d'argile 100, & celui d'un terre grasse 115.

Le pied cube de pierre blanche pese à peu près 115 livres, celui de pierre à fusil 120 livres, celui de pierre dure, comme celle de la graisserie, 125, celui de grais 125, celui de brique 90 ; on a dit à peu près, parce la nature des pierres n'est pas par tout la même.

2°. Le mineur doit sçavoir qu'il en est de la poudre comme dans les forces mouvantes, c'est-à dire, que la puissance doit être plus grande que le poids qui doit être enlevé, mais qu'il ne doit pas pourtant infiniment le surpasser; c'est pourquoi il doit tellement proportionner la quantité de poudre à la masse qu'il veut enlever, que le toisé soit jugé seulement d'un quart plus fort & plus pesant qu'on ne le trouve par le calcul, afin de ne pas se tromper.

Sur ce principe, ayant connu la pesanteur de la masse à enlever, il faut qu'il connoisse le cube d'une quantité de poudre capable d'enlever cette masse, & pour cela, il faut qu'il sçache que le *cube d'une livre de poudre* a deux pouces de côté & 20 lignes, & est capable d'enlever 16 pieds cubiques de terre.

Le cube de 50 livres de poudre a de côté environ 11 pouces, & enleve 4 toises cubiques.

Le cube de 100 *livres de poudre* a son côté d'environ 16 pouces, & enleve 8 toises cubiques.

Le cube de 200 *livres de poudre* a son côté d'environ 19 pouces, & enleve 16 toises cuques.

Le cube de 300 *livres de poudre* a de côté

environ 19 pouces, & enleve 24 toises cubiques.

Le cube de 400 *livres de poudre* a de côté environ 21 pouces, & enleve 32 toises cubiques.

Enfin le cube de 500 *livres de poudre* a de côté environ 23 pouces, & enleve 40 toises cubiques, & ainsi du reste à proportion.

3°. Outre les mines ordinaires, on se sert souvent des *fougades* où *fougasses*.

La fougade differe du fourneau, en ce qu'elle n'est enfoncée que depuis 5 jusqu'à 12 pieds en terre, au lieu que le fourneau peut l'être depuis 12 jusqu'à toutes les autres profondeurs. Les fougades se font souvent sous les glacis de la place ausquelles on met le feu avec une fusée depuis le chemin couvert, & très-souvent encore dans les terres d'un bastion, pour lors l'on fait un creux en terre de 7 à 8 pieds de profondeur où l'on enfonce un baril de 50 ou 60 livres de poudre, avec un saucisson qui lui correspond d'un éloignement raisonnable pour n'être pas blessé en y mettant le feu. Ce baril est surchargé de quelques bombes qu'on doit tellement disposer & couvrir de poudre que leur fusée qui ne doit durer que 10 ou 12 comptes prennent feu en même-tems que la fougade, sur lesquelles bombes couverte d'un

madrier, on met encore des cailloux pour faire sauter en l'air de tout côté ; ces sortes de fougades causent bien souvent de grands désordres aux endroits où l'on s'en sert.

Nous ne nous étendrons pas davantage sur le nombre de fourneaux ou chambres à poudre, & des rameaux nécessaires à toute sorte de mines, non plus que de la maniere de les construire dans plusieurs occasions. On peut s'en instruire plus au long dans les Traitez de Fortifications qui ont été faits pour cela, sur-tout dans celui de M. *Bernard Belidore.*

Des Contre-mines.

LA *Contre-mine*, à proprement parler, est une galerie souteraine qui traverse les terres d'un bastion, jointe par plusieurs petits rameaux, en telle sorte que de quelque côté que le mineur ouvre les terres ou le mur, il voit partout des fentes & des cheminées capables d'éventer sa poudre, & d'en empêcher les effets ; car c'est par ces fentes, qui vont jusqu'aux fondements, & qui ont partout des issues en arriere & des soupiraux, que l'on tuë sou-

vent le mineur, & que l'on moüille avec de l'eau tout ce qu'il a mis de poudre dans sa mine.

L'on nomme encore contre-mines, *les fougades* ou *fourneaux* qu'on pratique dans les terres d'un bastion, dont nous venons de parler; celles qui se pratiquent sous un glacis, ont souvent jusqu'à 12 logemens; les rameaux qui sont faits pour y aller, ont des figures différentes suivant la nécessité; car les uns les forment en trefle, & les autres en forme d'un T. la trefle simple n'a que deux logemens. *Fig.* 32. *pl.* LIV. & le T. simple a quatre logemens, c'est-à-dire, deux sur la droite & deux sur la gauche. *Fig,* 34. *pl.* LIV. la double trefle a quatre logemens. *Fig.* 32. *pl.* LIV. & le double T. en a huit. *Fig.* 34. *pl.* LIV. la triple trefle a six logemens, & le triple T. en a 12, ainsi qu'on le voit dans les *figures* 23. & 35. *pl.* LIV.

Ces sortes de contre-mines sont plûtôt des mines mêmes, que de contre-mines selon ce que nous en avons dit.



Des feux d'artifices, tels que sont bosses, pots à feu, balles à feu, gaudrons, bariques, foudroyantes, &c.

LEs feux d'artifices sont inventez pour voir les ennemis, & les découvrir pendant la nuit, les harceler dans leurs postes, afin qu'étant découverts, on ne les laisse point en repos, ce qui n'est pas un petit avantage.

Ces feux d'artifices doivent être composez d'un feu violent, durable, clair, brûlant, attachant & inextinguible, qui sont des qualitez qui peuvent se trouver dans le soufre, le camphre, le borax, la poudre pilée, l'huile de petreol, la cire neuve, la poix noire, la colophane, l'huile, le suif de monton, & toute graisse attachante, pénetrante, corrosive & aisée à s'enflâmer.

Le pot à feu, n'est autre chose qu'un pot de terre avec ses ances, dans lequel on enferme une grenade chargée que l'on couvre de poudre fine jusqu'à ce que le pot soit plein; ensuite l'on couvre ce pot de

de parchemin ou de peau de mouton, ſur lequel on met 2 bouts de méches en croix allumez par les deux bouts, & lorſqu'on veut jetter ce pot ſur les ennemis, on ſe ſert d'une méche liée à un ance du pot, & on le jette ; ce pot tombant à terre ſe caſſe, & la poudre prenant feu par les méches fait un grand déſordre, principalement dans les retranchemens, chemins couverts, ou autres pareils logemens.

Les boſſes, ſont des groſſes bouteilles de verre remplies de poudre prenant feu par les méches, & qu'on jette ſur l'ennemi, comme les pots à feu, ils font auſſi un pareil déſordre.

Les balles à feu ſont d'une figure ronde que l'on jette à la main, comme on feroit une grenade, elles ſervent ſeulement pour éclairer pendant la nuit afin de découvrir les travaux des ennemis pour pouvoir les tenir en main, & les jetter à l'ennemi ; on les enveloppe d'étoupes & d'une feüille de papier broüillard, enſuite l'on met le feu à la fuſée, & on les jette avec la main ou avec une fronde.

Les *gaudrons*, ſont des petites faſcines trempées dans une compoſition de cire neuve, de poix noire & de colophane, on les jette ſur des matieres propres à bruler, telles que ſont des madriers, traverſes,

galeries, pontons & fascines.

Les *barriques à feu* ou *foudroyantes* sont des petits tonneaux qu'on remplit d'estoupes & de filasses trempées dans toute sorte de matieres combustibles dont nous avons parlé, on s'en sert pour bruler les galleries & les logemens des ennemis, souvent on y met des grenades & autres machines infernales.

Les *flambeaux* sont faits de bandes de nates mises en croix, & qui ont été trempées dans les mêmes matieres, ils servent pour éclairer pendant la nuit.

Les *tourteaux* ne sont que des vieilles cordes ou de vieilles mêches formées en cordons de la grandeur qu'on veut, & que l'on fait bouillir dans de la poix noire, du suif, ou graisse fondus ensemble à petit feu, ausquels on ajoute de l'huile de lin. Il y auroit beaucoup d'autres feux d'artifices dont on auroit pû parler icy; mais la grosseur de ce Volume ne nous l'a point permis.

Les *caissons* sont des caisses de bois de sapin où l'on met des petites bombes ou grenades ausquelles on met le feu au moïen d'une fusée un peu lente pour donner le temps de se retirer.

Des gabions, fascines, piquets, &c. pour l'usage des batteries.

LEs *gabions* sont des panniers d'osiers remplis de terre d'environ 5 pieds de haut, & souvent six pour faire les parapets des batteries & des logemens, ils ont 5 ou 6 pieds de largeur. *Fig.* 20 *pl.* LIV.

Les gabions des tranchées n'ont que trois pieds de largeur & trois pieds de hauteur.

Les *fascines* sont de trois sortes, les unes ont 12 pieds de long, les autres 9, & les autres 6 ou 8; elles sont faites avec des branches d'arbre liées en fagots, qui étant mêlées avec de la terre, servent à combler les fossez, ou à faire les parapets des tranchées, &c. *Fig.* 19. *pl.* LIV.

Les *piquets* sont de deux sortes de 3 & de 5 pieds de long.

Les *clayes* sont faites avec de grosses & menues branches de bois souple, elles ont 5 ou 6 pieds de haut, & 8, 10 ou 12 pieds de longueur plus ou moins, elles doivent être extrémement serrées pour l'affermissement des batteries, & le passage des fossez bourbeux. *Fig.* 22. *pl.* LIV.

Les *paniers* ou *corbeilles* ont environ 10

ou 12 pouces par le haut, 8 à 10 de largeur par le bas, & 18 pouces de hauteur, afin qu'étant remplis de terre, & mis les uns contre les autres, ils laiſſent aux ſoldats une embraſure pour tirer à couvert.

Les *ſacs à terre* ſont remplis ordinairement de terre; il y en a de grands & de petits, les grands ſacs à terre ſont à peu près de la forme des gabions, & les petits ont environ un pied & demi de hauteur, & autant de largeur; ils ſervent dans les tranchées en forme de parapet avec une petite embraſure pour y pouvoir tirer à couvert. *Fig.* 18. *pl.* LIV.

Les hottes à porter la terre ont 4 à 5 pouces de large par le bas, 14 à 15 par le haut, & 14 à 15 de hauteur.

Les bariques à terre, ſont comme des demi muids qu'on remplis de terre pour ſervir de parapet, pour rompre les galeries faites dans le foſſé, ou rouler dans les breches afin d'incommoder l'ennemi. *Fig.* 29. *pl.* LIV.

Gallerie, eſt une couverture d'un double rang de planches, couverte en dos d'âne avec des lames de fer blanc pour empêcher les feux gluants ou artifices des aſſiegez, quelque fois on les couvre de terre. *Fig.* 26. *pl.* LIV.

Les chandeliers, ſont deux groſſes piéces

de bois environ de 6 pieds de haut posez perpendiculairement sur une travée à la distance de 4 pieds pour être remplis de fascines propres à couvrir les soldats & pionniers dans leur travail. *Fig.* 24. *pl.* LIV.

Les mantelets, sont des piéces de bois sciées en planches de 3 pouces d'épaisseur mises l'une sur l'autre à la hauteur de 6 pieds, & montées sur deux petites roües pour couvrir ceux qui doivent être derriere, & pouvoir facilement être portés ou traînés dans les endroits où l'on en a besoin. *Fig.* 23. *pl.* LIV.

Les saucissons, sont des gros brins liez ensemble pour affermir les chemins des charoits, & faire des traverses ou parapets dans des fossez où il y a de l'eau.

Le madrier, est une grosse piéce de bois garnie de lames de fer pour faire joüer le petard, comme B. *Fig.* 17. *pl.* LIV.

Les chausses trapes, sont des machines de fer à quatre pointes de 4 pouces de longueur, construites de façon que de quelque maniere qu'elles tombent dans les breches ou dans les embrasures, elles ayent toûjours une de leurs pointes en haut, elles sont aussi très-incommodes dans un camp de Cavalerie, à cause des chevaux qui en sont souvent estropiez par les pieds.

Les herses, sont des travées de bois rem-

plies de pointes de fer. Cette sorte de machine incommode aussi la marche, tant de la Cavalerie que de l'Infanterie. *fig.* 28. *pl.* LIV.

Les hersillons, sont aussi remplis de pointes de fer pour les mêmes usages. *Fig.* 27 *pl.* LIV.

L'herisson, est une grosse piéce de bois lardée de toute part de pointes de fer, tournée sur un pivot pour fermer les lieux que l'on doit souvent ouvrir. *Fig.* 30. *pl.* LIV.

Le cheval de frise, est une longue piéce de bois environ d'un pied de diametre, de 2 toises de longueur, garni de piquets longs de 6 pieds, pointus & ferrez par le bout; il sert à être jetté dans les breches, & à fermer les avenuës d'un camp. *Fig.* 31, *pl.* LIV.

REMARQUES.

COmme le nombre des machines de guerre est infini, & qu'il faudroit un volume entier pour en parler à fond, nous en avons assez dit là-dessus; il ne nous reste plus, pour contenter la curiosité du Lecteur, & instruire l'Homme de Guerre, que de lui donner icy en détail un état de tout ce qui est le plus nécessaire dans un siége, c'est-à-dire, de toutes les munitions & instrumens les plus utiles, & même de

leur quantité, nous avons tiré d'un excellent Auteur, & par lequel nous avons crû devoir finir cet Ouvrage.

Ce que l'on en va dire, n'est point une regle qu'on veüille prescrire, mais seulement une idée que l'on veut donner de tout ce qui est nécessaire dans un Siége, des munitions qu'on peut y apporter, & de celles qu'on peut y consommer, ainsi qu'il a été pratiqué dans un des Siéges des dernieres Guerres.

ETAT.

Des munitions menées au Siége.		*des munitions consommées.*
Piéces de canon.		
de 33	10	
de 24	30	
de 10	4	
de 12	8	
de 4	36	
total	88	
Affuts.		
de 33	15	
de 24	50	

Munitions menées au Siége.		*Munitions consommées.*
de 16	8	1
de 12	12	1
de 8	46	[illegible]
de 4	46	[illegible]
total	177	
Avant-trains	173	12
Chariots à canon	39	1

Boulets.

de 33	12000	4840
de 24	50000	27900
de 16	6000	381[illegible]
de 12	4000	1500
de 8	17433	1623[illegible]
de 4	15800	301[illegible]
total	115233	total 5730[illegible]

Armes des pièces.

de 33	20	[illegible]
de 24	66	[illegible]
de 16	8	[illegible]
de 12	14	[illegible]
de 8	49	21
de 4	49	17
total	206	total 4[illegible]

Munitions menées au Siége.		*Munitions consommées.*
Mortiers.		
de 18 *pouces*	1	
de 12	24	
de 8	12	
total	37	
Affuts de Mortiers.		
de 18 *pouces*	2	
de 12 *pouc. de fer*	28	
de 12 *de bois*	14	
affuts de bois à pierriers	16	
Bombes.		
de 18	106	106
de 12	7500	4580
de 8	2000	1064
balles à feu	1950	350
grenades	40200	3900
Fusées à Bombes.		
de 18	300	120
de 12	7253	5158
de 8	2500	1770
fusées à grenades	46100	30500

Munitions menées au Siége.		*Munitions consommées.*
petards de fonte	2	597800
poudre	990000 l.	51600
plomb	166000 l.	43300
méches	161700 l.	7
hallebardes	662	
armes à l'épreuve	50	
pots	8	
cuiraſſes	4	
ſpontons	38	

Outils.

pichoyaux	9222	443
boyaux	15225	4525
pics à roc	550	
béches	2717	5416
pêles de bois férées	7320	
haches	6000	1580
ſerpes	10000	5413
outils à mineurs	200	
outils à ouvrier	32	32
coffres d'outils à Menuiſier	1	
madriers à canon	1100	600
piéces de bois à mortiers	106	106

Munitions menées au Siége.		*Munitions consommées.*
leviers	350	150
coins de mire	120	20
couſſinets	41	21
hampes	550	502
chevres completes	9	
triquebales	4	
crics	6	
tire-boure	2	
ſacs à terre	30000	23000
barils de pierre à fuſil	3	
ſoufre	50 l.	5
ſalpêtre	100 l.	52
viel oing	600 l.	300
cire blanche	5	5
flambeaux de cire jaune	150	51
peaux de mouton	147	116
aulnes de toile pour ſauciſſons	25	15
lanternes claires	25	2
tamis	4	
meſures à poudre	23	
chaudieres de fer pour les artifices	2	
entonnoirs	2	

Munitions menées au Siége.		*Munitions consommées.*
baguettes à fusées	120	33
gamelles de bois	14	8
égrugeoirs	4	3
éguilles à coudre	200	158
fil	4 l.	3½
fiscelle	10 l.	4
chandelles de suif	325 l.	105
vrilles	24	24
bottes de cercles	6	6
grilles à rougir les boulets	4	
tenailles de fer	2	
cüeilleres de fer	2	4
seaux de bois	4	12
tire-fonds	12	36
crochets à bombes	36	14
demoiselles	14	12
enfonçoirs	12 l.	
étoupes	20	
Cordages.		
cinquenelles	10	
alognes	32	
cables de chevre	2	
prolonges & travers	581	415
commandes	589	194
menus cordages	180 l.	235

Munitions menées au Siége.		*Munitions consommées.*
cordages de 40 brasses	1	7
de 6 brasses	20	
batteaux de cuivre	45	
bacquets avec leurs poutrelles	50	
ancres	50	
cabestans	8	
rames	10	2
crocs	10	1
masses de bois	24	4
piquets	48	48
caissons pour les pontons	6	
étain	50 l.	50
cuivre jaune	40 l.	40
forges complettes	8	
fer en barre	2400 l.	1325
acier	50 l.	50
paquet de limes	4	4
cloux de fer	1025 l.	1025
paquets de rapes	1	1
cadenats	6	6
rasieres de charbon	6	6
charettes	168	2

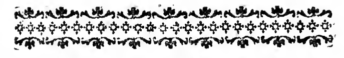
Munitions menées au Siége.		*Munitions consommées.*
chariots couverts	6	
pinces de fer	6	6
fer de villebrequins	24	24
surettes.	36	36

FIN.

V.

S.





TABLE

DES MATIERES

Contenuës dans le fecond & troifiéme Volume.

Par Lettres Alphabétiques.

A.

AIR, fa pefanteur & fon effort fur les corps. *Page* 505
Aiffieu ou *effieu* 423
Ajutages ou *Ajutoirs.* 145 & 146
Affuts des canons. 537
Angles, leurs divifions. 49, &c.
Leurs égalitez. 53, &c.
les prendre fur le terrain. 55
en faire de tant de degrez que l'on veut. 51
Altimétrie, ou la maniere de trouver toutes fortes de hauteurs acceffibles ou inacceffibles. 199
Anneau Aftronomique. 224
Arbaleftrilles. 227
Arpent, fa mefure, 252

Arpentage ou *Planimétrie.* 251
Aſtres, leurs hauteurs. 215, &c.
Aſtrolabe, inſtrument d'Aſtronomie. 222

B.

BAlance. 403
Barriques à terre. 580
Barometres. 507
Bâton de Jacob. 191
Batteries à canon. 545
Batteries à mortier. 561
Bois, ſon choix & ſa coupe. 317
Bois, ſa meſure. 320
Bois, Tarif pour la réduction des bois quarrez. 326
Boulets de canon. 538

C.

CAnal, trouver la ſolidité des terres à enlever dans un canal propoſé. 294
Carte, maniere de lever la carte d'un Païs. 93
Carcaſſes. 562
Capeſtan ou *Cabeſtan.* 430
Canon, du canon. 525, &c.
Table (*du Calibre*) des piéces & des boulets. 541
Cercle, en trouver le centre. 22, &c.
en trouver la circonférence. 25
en trouver la ſuperficie. 272

en trouver le diametre. 26
l'inſcrire dans un poligone 75
le circonſcrire autour d'un triangle. 76
ſon égalité au quarré, à un triangle ou à rectangle. 126, &c.
Centre des Poligones, maniere de le trouver. 75
Cercles Paralleles. 234
Centre, du mouvement des corps. 383, 406
Centre de peſanteur *idem.*
Centre de gravité. 386
Centre de percuſſion. 385
Changement des figures. 77
Charpente, du toiſé de la charpente. 310, &c.
Charge ou portée d'un Vaiſſeau. 476
Charge du canon. 532
Chaîne ſans fin. 504
Chandeliers. 580
Chapelet, machine Hydraulique. 505
Cheval de friſe. 582
Charbon propre à faire la poudre de guerre. 518
Chauſſe trapes. 581
Cilindre, ſa ſuperficie. 287
ſa ſolidité. 296
Cilindre d'eau, ce que c'eſt, & ſa peſanteur. 489
Clayes. 579
Climat, des climats. 235

Clapet, ou sou-pape. 498
Corps Solides, leurs superficies. 283
leur solidité. 291
Corps Réguliers, leur superficie. 285
Corps durs. 379
Corps fluides. 379 & 455
Corps sans ressort & à ressort. 380
Corps homogênes & héterogênes. 380 & 387
Corde ou sous-tendentes. 164
Cone, sa superficie. 287
sa solidité. 297
Coin, du Coin. 447
Cric, du Cric. 432
Cube, sa solidité. 291
Cuviers à faire la poudre. 514

D.

D*Iametre* du cercle. 26
Division des lignes. 11
Division des angles. 49
Division des figures. 132
Decagone dans un cercle. 68

E.

E*Au coulante*, sa mesure. 478
Eau, son effort contre les moulins. 495
Echelles proportionnelles. 21
Echelles de réduction. 91
Ecrou de la Vis. 449
Elipse ou *Ovale*. 47 & 279

Enneagone dans un cercle. 66
Endecagone dans un cercle. 68
Eptagone dans un cercle 66
Etang, en trouver sa largeur & sa superficie. 191

F.

FAscines. 579
Figures semblables, égales & de leurs réductions. 77, &c.
Figures égales & non-semblables. 98
Figures, de leurs divisions en parties égales. 132
Figures semblables simplement. 77
Figures égales simplement. 77
Figures, les réduire de grand en petit, & de petit en grand. 85, 86 & 90
Fossé, en trouver la largeur. 188
Fluides, corps fluides. 491, &c.
Fusée des Bombes. 553
Feux d'artifice de Guerre. 576

G.

GLobe ou *Sphere*, sa superficie. 288
sa solidité. 298
Guindas. 424
Grenades, des Grenades. 563
Gabions. 579
Galleries. 580

H.

HEmisphères. 232
Hiperbole. 46
Hydraulique. 376 & 455
Herses ou *Hersillons.* 581
Herissons. 582
Hottes. 580

I.

JEaugeage des tonneaux. 305
Jets d'eau. 484 & 487
Instruments ou armes nécessaires au service du canon. 542
Jet des Bombes. 554 & 556

L.

LAc, en trouver la largeur & la superficie. 191
Lanterne d'une machine. 433
Latitude des lieux sur la terre. 239
Leviers. 409
Lieuës, leurs différentes longueurs ou mesures. 252
Lignes perpendiculaires. 2
Lignes paralleles. 5
Ligne droite & horisontale. 8
Lignes moyennes proportionelles. 18
Lignes divisées en moyenne & extrême raison. 16

Lignes tangentes au cercle. 22
Ligne égale à la circonférence du cercle. 24
Lignes égales à des portions de cercle. 27
Lignes courbes de quelque cercle que ce soit trouvées sans en connoître le centre ni opérer sur le terrain. 29
Ligne spirale ou aspirale. 35
Lignes paralleles inaccessibles. 195
Ligne de direction. 384
Ligne de projection. 399
Longimétrie, ou maniere de trouver la valeur de toute sorte de distances horisontales, accessibles ou inaccessibles. 182
Longitudes des lieux sur la terre. 246
Lune, trouver sa distance de la terre. 218
Lune ou *Lunulle*, sa superficie. 277 & 128

M.

MAdriers. 581
Machines propres à arrêter ou à communiquer le mouvement des corps. 402
Machines de Guerre. 512
Mantelets. 581
Mesure des tonneaux. 305
Mesure ou toisé des superficies. 251
Mesure des bois de charpente. 310 & 320
Mécaniques, des Mécaniques. 376
Méridiens, cercles Méridiens. 234
Méteaux, de leurs pesanteurs. 479

Mines, des mines & des contre-mines. 568
574
Mortier à Bombe. 550
Montagne, en connoître la hauteur. 199
Moulin à vent. 433 & 496
Moulin à eau. 489
Mouvement, du Mouvement en général. 377
Mouvement des corps ſans reſſort. 386
Mouvement des corps peſants. 391
Multilatere, changé en un autre multilatere d'un moindre nombre de côtez, & égaux tous les deux. 131
Multilatere diviſé en parties égales. 143
Mouſle, ce que c'eſt. 435
Muraille, en trouver la largeur inacceſſible. 191
Muid, ſon contenu & ſes uſages. 307
Munitions de Guerre néceſſaires dans un Siége. 583

N.

Niveler, ou du nivellement. 359
Niveau réel & apparent. 362
Nuage, en connoître ſa hauteur. 362

O.

Octogone dans un cercle. 67
Oeolipes, ce que c'eſt. 510
Ombre, trouver des hauteurs par le moyen de l'ombre. 210

Ovale ou *Elipse*. 33
Maniere de la tracer & d'en trouver les centres. 36 & 38
Maniere d'en trouver la superficie. 279

P.

Paniers ou *Corbeilles*. 579
Parabole, de la parabole. 40. 398 & 399
Parallelograme égal & semblable à un autre, 80
Paralleles, lignes paralleles. 5
Paralleles, cercles paralleles. 234
Parallelipipede, sa superficie. 286
sa solidité. 291
Paraboloïde, sa solidité. 304
Palette d'un moulin, l'effort de l'eau contre une palette. 489
Perche, de la perche réduite en toise. 252 & 2 3
Pentagone dans un cercle. 64
Pentagone sur une ligne donnée. 65
Pendule. 378
Pesanteur. 380 & 391
Pesanteur des métaux. 470
Pesons ou *Romaine*. 409
Petard, des Petards. 565
Pierriers, des Pierriers. 567
Piquets. 579
Piramide, sa superficie. 285

Sa solidité. 296
Pinte de Paris, son contenu & son poids. 308
Pilot ou *Pilotis*, sa mesure. 326
Pied cube ou *cubique*. 358, 473 & 475
Pied cilindrique. 473
Piston. 468
Pole, des Poles du monde. 234 & 244
Point, sur trois points donnez, faire passer un cercle. 7 & 28
Point fixe. 403
Poligone, figure générale pour tracer tous les poligones. 69, 70 & 71
Poligone circonscrit autour d'un cercle. 76
Poligone irrégulier, égal & semblable à un autre. 81
Poligone régulier égal à un triangle. 129
Poligones, maniere de les mesurer. 262 & 268
Plan incliné. 440
Pont levis, maniere de le lever. 422
Poutre, combien elle contient de solives. 323
Poutrelle, sa mesure. 325
Poulies. 434
Pouce cilindrique. 473
Portée ou charge d'un Vaisseau. 476
Pouce d'eau, sa pesanteur & sa dépense. 478. 479
Pompes, des Pompes. 498, 500 & 501
Poudre, de la Poudre. 513 & 524
Pratique du Compas & de la Regle. 1
Pratique des lignes droites. 2

Pratique des angles. 49
Pratique des Poligones. 60
Planimétrie, ou maniere de mesurer toutes sortes de surfaces. 251
Prisme, sa solidité. 295
sa superficie. 286
Pressoir & *Presses*. 451 & 453
Puits, trouver sa profondeur. 213
Puissance, ce qu'on entend par puissance. 382

Q.

QUarré, sa mesure. 360
Quarré dans un cercle. 61
Quarré autour d'un cercle. *ibid.*
Quarrez égaux à des triangles, à des rectangles, à des cercles, poligones ou autres figures. 119
Quarrer, quelque portion de cercle. 128
Quadrilateres, leurs divisions en parties égales. 138
Quintal ou *Quintaux*. 476
Quart de cercle, à quoi est-il bon. 225
Quartier Anglois, instrument Astronomique. 229

R.

R*Aporteur* ou demi cercle. 184
Réduction des figures. 85 & 77
Réflexion, trouver des hauteurs par réfle-

xions. 218
Rectangle, sa mesure. 260
Réservoirs d'eau, leurs différentes hauteurs. 488
Riviere, trouver sa largeur. 183
Rhombes & *Rhomboïdes*, leur mesure. 260
Romaine ou *Pesons*. 409
Rouë dans son essieu. 423
Rouë à dent. 426 & 433

S.

Sacs à terre. 580
Salpêtre, du Salpêtre. 515
Saucissons. 581
Segment de cercle. 34 & 275
Secteur du cercle. 274
Sinus, des Sinus. 192 & 164
Siphon. 461
Solides, leurs soliditez & superficies. 283 & 291
Solive, sa mesure. 321
Sou-pape. 498
Soufre. 517
Sphere, sa superficie & sa solidité. 288 & 298
Statique. 376
Stéreometrie. 282

T.

*T*ABLES des ſinus. 151
Table pour le jet des bombes. 559
Tarif de la réduction des bois en piéces réduites. 326
Tangentes d'un arc. 154
Terre, ſa diſtance de la Lune, du Soleil & des Etoiles. 218, 220 & 221
Thermometres. 509
Tirage des batteaux par le moyen des chevaux. 497
Toiſe, de ſa longueur & de ſon quarré. 254 & 255
Toiſé, des figures planes. 258
Toiſé des figures courbes & circulaires. 271
Toiſe cube. 258
Tonneaux, du jeaugeage des tonneaux. 305
Tonneau, terme de marine. 476
Tour, connoître ſa hauteur. 201, 210 & 424
Trigonométrie rectiligne. 150
Trigonométrie ſphérique. 177
Triangles, leur connoiſſance par les tables de ſinus. 151
Triangles ſphériques. 177
Triangle dans un cercle, ou un cercle dans un triangle. 60
Triangle inſcrit dans un quarré. 63
Triangle égal & ſemblable à un autre. 78
Triangles égaux les uns aux autres ſans être

ſemblables. 98
Triangles, leurs diviſions. 132
Triangles égaux à toute ſorte de figures réguliet es ou irrégulieres. 109, &c.
Triangles, maniere de les meſurer. 261
Trapeze ou *Trapezoïde*. 265
Treüil ou eſſieu d'une roue. 423

V.

VAiſſeau, trouver ſa charge ou portée. 475
Vent, ſon effort contre les aîles d'un moulin. 496
Vibrations. 378
Viteſſes. 281 & 392
Vis de la Vis. 449
Vis ſans fin. 450
Volée ou portée du canon. 538

Z.

ZEnit. 217 & 241
Zones. 232
Zones, leurs ſuperficies. 289

FIN DE LA TABLE.

